

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-348045

(43)Date of publication of application : 05.12.2003

(51)Int.Cl.

H04J 11/00

H04L 1/00

(21)Application number : 2002-149013

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>

(22)Date of filing : 23.05.2002

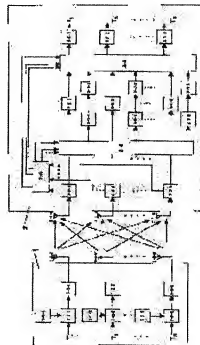
(72)Inventor : KUROSAKI SATOSHI
ASAI YUSUKE
UCHIDA HIROMASA
SUGIYAMA TAKATOSHI
UMEHIRA MASAHIRO

(54) OFDM SIGNAL TRANSMITTER, OFDM SIGNAL RECEIVER AND OFDM SIGNAL TRANSMISSION METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an OFDM (orthogonal frequency division multiplexing) transmitter, an OFDM receiver and an OFDM transmission method for enhancing average SNR (signal to noise ratio) of a signal system after cancellation of interference in comparison with the conventional case in the OFDM signal transmitter having a plurality of transmission antennas and reception antennas.

SOLUTION: The OFDM signal transmission method is constituted so as to be provided with the OFDM signal transmitter having N pilot signal generators, N pilot signal multiplexers, N OFDM modulators and N transmission antennas and the OFDM receiver having N reception antennas, N fast Fourier transformers, a sub-carrier transmission coefficient matrix arithmetic unit, a sub-carrier interference canceller, N first demodulators, N re-modulators, N delay generators, a sub-carrier weighting interference canceller and N second demodulators.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-348045

(P2003-348045A)

(43) 公開日 平成15年12月5日 (2003.12.5)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード (参考)
H 0 4 J 11/00		H 0 4 J 11/00	Z 5 K 0 1 4
H 0 4 L 1/00		H 0 4 L 1/00	B 5 K 0 2 2

審査請求 未請求 請求項の数39 O L (全 39 頁)

(21) 出願番号 特願2002-149013(P2002-149013)

(22) 出願日 平成14年5月23日 (2002.5.23)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 黒崎 聡

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 浅井 裕介

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(74) 代理人 100074066

弁理士 本間 崇

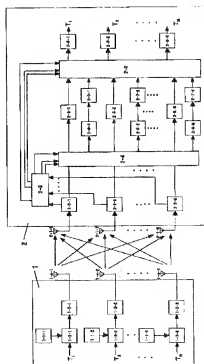
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 OFDM信号伝送装置、OFDM信号受信装置およびOFDM信号伝送方法

(57) 【要約】

【目的】 複数の送信アンテナと受信アンテナとを有するOFDM信号伝送装置において、干渉キャンセル後の信号系列の平均SNRを従来に比べて向上できるOFDM信号伝送装置、OFDM信号受信装置およびOFDM信号伝送方法を提供することを目的とする。

【構成】 OFDM信号伝送装置であって、N個のパイロット信号生成器とN個のパイロット信号多重化器とN個のOFDM変調器とN本の送信アンテナとを有するOFDM信号送信装置と、N本の受信アンテナとN個の高周波フーリエ変換器とサブキャリア伝達係数行列演算器とサブキャリア干渉キャンセラとN個の第1の復調器とN個の再変調器とN個の遅延発生器とサブキャリア重み付け干渉キャンセラとN個の第2の復調器とを有するOFDM信号受信装置と、を備えるように構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力されたN系統（Nは2以上の整数）の送信情報信号系列のそれぞれに対して、既知のパイロット信号系列を生成するN個のパイロット信号生成器と、前記N系統の送信情報信号系列と前記N個のパイロット信号生成器が生成する既知のパイロット信号系列とを多重化するN個のパイロット信号多重化器と、前記N個のパイロット信号多重化器が出力する信号系列に対して変調と逆高速フーリエ変換を行うN個のOFDM変調器と、前記N個のOFDM変調器が出力する信号系列（以下、OFDM変調器が出力する信号系列を「送信OFDM信号系列」という。）を同一周波数で送信するN本の送信アンテナと、を有するOFDM信号送信装置と、前記N本の送信アンテナから送信され空間において相互干渉した信号系列（以下、「受信OFDM信号系列」という。）を受信するN本の受信アンテナと、前記N本の受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列に対し高速フーリエ変換を行うN個の高速フーリエ変換器と、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列に含まれる受信パイロット信号系列を入力され、該受信パイロット信号系列の受信振幅および位相と、前記既知のパイロット信号の振幅および位相を用いて、伝達係数行列（伝達係数行列は、前記各送信アンテナと前記各受信アンテナとの間の各サブキャリアの伝達係数を各要素とする。）と、その逆行列である伝達係数逆行列とを演算して記憶するサブキャリア伝達係数行列演算器と、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する各サブキャリアの信号系列と、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数逆行列との積を演算し、前記各受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列の相互干渉の成分をキャンセルするサブキャリア干渉キャンセラと、前記サブキャリア干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列の信号判定を行うN個の第1の復調器と、前記N個の第1の復調器が出力する判定結果に対して前記OFDM変調器における変調と同一の変調方式で変調を行うN個の再変調器と、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列を入力され、該信号系列を、前記サブキャリア干渉キャンセラから前記再変調器までの処理時間遅延させて出力するN個の遅延発生器と、前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列と前記N個の再変調器が出力するN系統の信号系列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する伝達係数行列とを入力され、前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列に対して、相互干渉の成分の除去および重み

付け加算を行うサブキャリア重み付け干渉キャンセラと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列を復調するN個の第2の復調器と、を有するOFDM信号受信装置と、を備えることを特徴とするOFDM信号伝送装置。

【請求項2】 前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラは、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列を用いて重み付け受信情報信号系列行列を演算する重み付け受信情報信号系列行列演算器と、前記重み付け受信情報信号系列行列演算器が出力する重み付け受信情報信号系列行列と前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列とを用いて重み付け受信情報信号系列を演算する重み付け受信情報信号系列演算器と、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列を用いて、重み付けられたレプリカ（「レプリカ」とは、受信情報信号系列における前記相互干渉の成分の複製をいう。）を生成するための重み付けレプリカ生成行列を演算する重み付けレプリカ生成行列演算器と、前記重み付けレプリカ生成行列演算器が出力する重み付けレプリカ生成行列と前記N個の再変調器が出力する信号系列とを用いて重み付けレプリカ信号系列を演算する重み付けレプリカ信号系列演算器と、前記重み付け受信情報信号系列演算器が出力する重み付け受信情報信号系列から、前記重み付けレプリカ信号系列演算器が出力する重み付けレプリカ信号系列を減算することにより、前記重み付けされた受信情報信号系列から重み付けされた前記相互干渉の成分を除去する減算器と、を有することを特徴とする請求項1に記載のOFDM信号伝送装置。

【請求項3】 前記重み付け受信情報信号系列行列は、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列の共役転置行列であり、前記重み付けレプリカ生成行列は、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列と当該伝達係数行列の共役転置行列とを乗算した結果である行列に対して、非対角成分が全て同一で、かつ、対角成分が全て0である行列である、ことを特徴とする請求項2に記載のOFDM信号伝送装置。

【請求項4】 前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラは、前記N個の遅延発生器が出力する信号系列を用いて受信情報信号行列を演算する受信情報信号行列演算器と、前記N個の再変調器が出力する信号系列を用いて再変調

信号行列を演算する再変調信号行列演算器と、
前記再変調信号行列演算器が出力する再変調信号行列と
前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブ
キャリアの伝達係数行列とを用いて、重み付けられたレ
プリカ（「レプリカ」とは、受信情報信号系列における
前記相互干渉の成分の複製をいう。）を生成するための
レプリカ信号行列を演算するレプリカ信号行列演算器
と、
前記受信情報信号行列演算器が出力する受信情報信号行
列から、前記レプリカ信号行列演算器が出力するレプリ
カ信号行列を減算することにより、受信情報信号行列から
前記相互干渉の成分が除去されたレプリカ減算後信号
行列を演算する減算器と、
前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブ
キャリアの伝達係数行列を用いてレプリカ減算後重み付
け行列を演算するレプリカ減算後重み付け行列演算器
と、
前記レプリカ減算後重み付け行列演算器が出力するレプリ
カ減算後重み付け行列と前記減算器が出力するレプリ
カ減算後信号行列とを用いてレプリカ減算後重み付け信
号系列を出力するレプリカ減算後重み付け信号系列演算
器と、
を有することを特徴とする請求項 1 に記載の OFDM 信
号伝送装置。

【請求項 5】 前記レプリカ減算後重み付け行列は、前
記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブ
キャリアの伝達係数行列の共役転置行列であることを特徴
とする請求項 4 に記載の OFDM 信号伝送装置。

【請求項 6】 入力された N 系統（N は 2 以上の整数）
の送信情報信号系列のそれぞれに対して誤り訂正符号化
を行う N 個の第 1 の誤り訂正符号器と、
前記 N 個の第 1 の誤り訂正符号器が出力する信号系列に
対してインタリーブを行う N 個の第 1 のインタリーブ
と、
既知のパイロット信号系列を生成する N 個のパイロット
信号生成器と、
前記 N 個の第 1 のインタリーブが出力する信号系列と前
記 N 個のパイロット信号生成器が生成する N 個の既知の
パイロット信号系列とを多重化する N 個のパイロット信
号多重化器と、
前記 N 個のパイロット信号多重化器が出力する信号系列
に対して、変調と逆高速フーリエ変換を行う N 個の OFDM
変調器と、
前記 N 個の OFDM 変調器が出力する信号系列（以下、
OFDM 変調器が出力する信号系列を「送信 OFDM 信
号系列」という。）を同一周波数で送信する N 本の送信
アンテナと、を有する OFDM 信号送信装置と、
前記 N 本の送信アンテナから送信され空間において相互
干渉した信号系列（以下、「受信 OFDM 信号系列」と
いう。）を受信する N 本の受信アンテナと、

前記 N 本の受信アンテナで受信された受信 OFDM 信号
系列に対して高速フーリエ変換を行う N 個の高速フー
リエ変換器と、
前記 N 個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列に含
まれる受信パイロット信号系列を入力され、該受信パイ
ロット信号の受信振幅および位相と、前記既知のパイ
ロット信号の振幅および位相とを用いて、伝達係数行列
（伝達係数行列は、前記各送信アンテナと前記各受信ア
ンテナとの間の各サブキャリアの伝達係数行列演算器と
する。）と、その逆行列である伝達係数逆行列とを演算し
て記憶するサブキャリア伝達係数行列演算器と、
前記 N 個の高速フーリエ変換器が出力する各サブキャ
リアの信号系列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が
出力する各サブキャリアの伝達係数逆行列との積を演算
し、前記各受信アンテナで受信された受信 OFDM 信号
系列の前記相互干渉の成分をキャンセルするサブキャ
リア干渉キャンセラと、
前記サブキャリア干渉キャンセラが出力する N 系統の信
号系列の復調を行う N 個の第 1 の復調器と、
前記 N 個の第 1 の復調器が出力する信号系列に対しデ
インタリーブを行う N 個の第 1 のデインタリーブと、
前記 N 個の第 1 のデインタリーブが出力する信号系列に
対し誤り訂正復号を行う N 個の第 1 の誤り訂正復号器
と、
前記 N 個の第 1 の誤り訂正復号器の出力に対し、第 1 の
誤り訂正符号器と同一の誤り訂正符号化を行う N 個の第
2 の誤り訂正符号器と、
前記 N 個の第 2 の誤り訂正符号器の出力に対し、第 1 の
インタリーブと同一のインタリーブを行う N 個の第 2 の
インタリーブと、
前記 N 個の第 2 のインタリーブが出力する信号系列に
対して前記 OFDM 変調器における変調と同一の変調方式
で変調を行う N 個の再変調器と、
前記 N 個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列を入
力され、該信号系列を、前記サブキャリア干渉キャンセ
ラから前記再変調器までの処理時間遅延させて出力する
N 個の遅延発生器と、
前記 N 個の遅延発生器が出力する N 系統の信号系列と前
記 N 個の再変調器が出力する N 系統の信号系列と前記サ
ブキャリア伝達係数行列演算器が出力する伝達係数行列
とを入力され、前記 N 個の遅延発生器が出力する N 系統
の信号系列に対して、前記相互干渉の成分の除去および
重み付け加算を行うサブキャリア重み付け干渉キャンセ
ラと、
前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラが出力する N
系統の信号系列を復調する N 個の第 2 の復調器と、
前記 N 個の第 2 の復調器が出力する信号系列に対しデ
インタリーブを行う N 個の第 2 のデインタリーブと、
前記 N 個の第 2 のデインタリーブが出力する信号系列に
対し誤り訂正復号を行う N 個の第 2 の誤り訂正復号器

と、を有するOFDM信号受信装置と、
を備えることを特徴とするOFDM信号伝送装置。

【請求項7】 前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラは、

前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列を用いて重み付け受信情報信号系列行列を演算する重み付け受信情報信号系列行列演算器と、

前記重み付け受信情報信号系列行列演算器が出力する重み付け受信情報信号系列行列と前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列とを用いて重み付け受信情報信号系列を演算する重み付け受信情報信号系列演算器と、

前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列を用いて、重み付けられたレプリカ（「レプリカ」とは、受信情報信号系列における前記相互干渉の成分の複製をいう。）を生成するための重み付けレプリカ生成行列を演算する重み付けレプリカ生成行列演算器と、

前記重み付けレプリカ生成行列演算器が出力する重み付けレプリカ生成行列と前記N個の再変調器が出力する信号系列とを用いて重み付けレプリカ信号系列を演算する重み付けレプリカ信号系列演算器と、

前記重み付け受信情報信号系列演算器が出力する重み付け受信情報信号系列から、前記重み付けレプリカ信号系列演算器が出力する重み付けレプリカ信号系列を減算することにより、前記重み付けされた受信情報信号系列から重み付けされた前記相互干渉の成分を除去する減算器と、

を有することを特徴とする請求項6に記載のOFDM信号伝送装置。

【請求項8】 前記重み付け受信情報信号系列行列は、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列の共役転置行列であり、

前記重み付けレプリカ生成行列は、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列と当該伝達係数行列の共役転置行列とを乗算した結果である行列に対して、非対角成分が全て同一で、かつ、対角成分が全て0となる行列である、

ことを特徴とする請求項7に記載のOFDM信号伝送装置。

【請求項9】 前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラは、

前記N個の遅延発生器が出力する信号系列を用いて受信情報信号行列を演算する受信情報信号行列演算器と、

前記N個の再変調器が出力する信号系列を用いて再変調信号行列を演算する再変調信号行列演算器と、

前記再変調信号行列演算器が出力する再変調信号行列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列とを用いて、重み付けられたレ

プリカ（「レプリカ」とは、受信情報信号系列における前記相互干渉の成分の複製をいう。）を生成するためのレプリカ信号行列を演算するレプリカ信号行列演算器と、

前記受信情報信号行列演算器が出力する受信情報信号行列から、前記レプリカ信号行列演算器が出力するレプリカ信号行列を減算することにより、受信情報信号行列から前記相互干渉の成分が除去されたレプリカ減算後信号行列を演算する減算器と、

前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列を用いてレプリカ減算後重み付け行列を演算するレプリカ減算後重み付け行列演算器と、

前記レプリカ減算後重み付け行列演算器が出力するレプリカ減算後重み付け行列と前記減算器が出力するレプリカ減算後信号行列とを用いてレプリカ減算後重み付け信号系列を出力するレプリカ減算後重み付け信号系列演算器と、

を有することを特徴とする請求項6に記載のOFDM信号伝送装置。

【請求項10】 前記レプリカ減算後重み付け行列は、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列の共役転置行列であることを特徴とする請求項9に記載のOFDM信号伝送装置。

【請求項11】 前記第1の誤り訂正符号器および前記第2の誤り訂正符号器は、ともに同一の畳込み符号化を行い、

前記第1の誤り訂正符号器は、閾値復号を行い、前記第2の誤り訂正符号器は、最尤復号を行う、

ことを特徴とする請求項6～請求項10までのいずれか1項に記載のOFDM信号伝送装置。

【請求項12】 前記第1の誤り訂正符号器および前記第2の誤り訂正符号器は、ともに同一の畳込み符号化を行い、

前記第1の誤り訂正符号器は、前記第2の誤り訂正符号器よりもバスメモリ長が短いビタビ復号を行い、

前記第2の誤り訂正符号器は、前記第1の誤り訂正符号器よりもバスメモリ長が長いビタビ復号を行う、

ことを特徴とする請求項6から請求項10までのいずれか1項に記載のOFDM信号伝送装置。

【請求項13】 前記第1の誤り訂正符号器および前記第2の誤り訂正符号器は、ともに同一のターボ符号化を行い、

前記第1の誤り訂正符号器は、前記第2の誤り訂正符号器よりも繰返し復号処理回数が少ないターボ復号を行い、

前記第2の誤り訂正符号器は、前記第1の誤り訂正符号器よりも繰返し復号処理回数が多いターボ復号を行う、

ことを特徴とする請求項6から請求項10までのいずれ

か 1 項に記載の OFDM 信号伝送装置。

【請求項 14】 入力された N 系統 (N は 2 以上の整数) の送信情報信号系列のそれぞれに対して、既知のパイロット信号系列を生成する N 個のパイロット信号生成器と、前記 N 系統の送信情報信号系列と前記 N 個のパイロット信号生成器が生成する既知のパイロット信号系列とを多重化する N 個のパイロット信号多重化器と、前記 N 個のパイロット信号多重化器が出力する信号系列に対して変調と逆高速フーリエ変換を行う N 個の OFDM 変調器と、前記 N 個の OFDM 変調器が出力する信号系列 (以下、OFDM 変調器が出力する信号系列を「送信 OFDM 信号系列」という。) を同一周波数で送信する N 本の送信アンテナと、を有する OFDM 信号送信装置と通信し、

前記 N 本の送信アンテナから送信され空間において相互干渉した信号系列 (以下、「受信 OFDM 信号系列」という。) を受信する N 本の受信アンテナと、前記 N 本の受信アンテナで受信された受信 OFDM 信号系列に対し高速フーリエ変換を行う N 個の高速フーリエ変換器と、

前記 N 個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列に含まれる受信パイロット信号系列を入力され、該受信パイロット信号系列の受信振幅および位相と、前記既知のパイロット信号の振幅および位相とを用いて、伝達係数行列 (伝達係数行列は、前記各送信アンテナと前記各受信アンテナとの間の各サブキャリアの伝達係数を各要素とする。) と、その逆行列との伝達係数逆行列とを演算して記憶するサブキャリア伝達係数行列演算器と、

前記 N 個の高速フーリエ変換器が出力する各サブキャリアの信号系列と、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数逆行列との積を演算し、前記各受信アンテナで受信された受信 OFDM 信号系列の前記相互干渉の成分をキャンセルするサブキャリア干渉キャンセラと、

前記サブキャリア干渉キャンセラが出力する N 系統の信号系列の信号判定を行う N 個の第 1 の復調器と、

前記 N 個の第 1 の復調器が出力する判定結果に対して前記 OFDM 変調器における変調と同一の変調方式で変調を行う N 個の再変調器と、

前記 N 個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列を入力され、該信号系列を、前記サブキャリア干渉キャンセラから前記再変調器までの処理時間遅延させて出力する N 個の遅延発生器と、

前記 N 個の遅延発生器が出力する N 系統の信号系列と前記 N 個の再変調器が出力する N 系統の信号系列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する伝達係数行列とを入力され、前記 N 個の遅延発生器が出力する N 系統の信号系列に対して、前記相互干渉の成分の除去および重み付け加算を行うサブキャリア重み付け干渉キャンセラと、

前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラが出力する N 系統の信号系列を復調する N 個の第 2 の復調器と、を有することを特徴とする OFDM 信号受信装置。

【請求項 15】 前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラは、

前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列を用いて重み付け受信情報信号系列行列を演算する重み付け受信情報信号系列行列演算器と、

10 前記重み付け受信情報信号系列行列演算器が出力する重み付け受信情報信号系列行列と前記 N 個の遅延発生器が出力する N 系統の信号系列とを用いて重み付け受信情報信号系列を演算する重み付け受信情報信号系列演算器と、

前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列を用いて、重み付けられたレプリカ (「レプリカ」とは、受信情報信号系列における前記相互干渉の成分の複製をいう。) を生成するための重み付けレプリカ生成行列を演算する重み付けレプリカ生成行列演算器と、

20 前記重み付けレプリカ生成行列演算器が出力する重み付けレプリカ生成行列と前記 N 個の再変調器が出力する信号系列とを用いて重み付けレプリカ信号系列を演算する重み付けレプリカ信号系列演算器と、

前記重み付け受信情報信号系列演算器が出力する重み付け受信情報信号系列から、前記重み付けレプリカ信号系列演算器が出力する重み付けレプリカ信号系列を減算することにより、前記重み付けされた受信情報信号系列から重み付けされた前記相互干渉の成分を除去する減算器と、

30 前記相互干渉の成分を除去する減算器と、を有することを特徴とする請求項 14 に記載の OFDM 信号受信装置。

【請求項 16】 前記重み付け受信情報信号系列行列は、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列の共役転置行列であり、前記重み付けレプリカ生成行列は、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列と当該伝達係数行列の共役転置行列とを乗算した結果である行列に対して、非対角成分が全て同一で、かつ、対角成分が全て 0 でなる行列である、

40 ことを特徴とする請求項 15 に記載の OFDM 信号受信装置。

【請求項 17】 前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラは、

前記 N 個の遅延発生器が出力する信号系列を用いて受信情報信号行列を演算する受信情報信号行列演算器と、前記 N 個の再変調器が出力する信号系列を用いて再変調信号行列を演算する再変調信号行列演算器と、

50 前記再変調信号行列演算器が出力する再変調信号行列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブ

キャリアの伝達係数行列とを用いて、重み付けられたレプリカ(「レプリカ」とは、受信情報信号系列における前記相互干渉の成分の複製をいう。)を生成するためのレプリカ信号行列を演算するレプリカ信号行列演算器と、

前記受信情報信号行列演算器が出力する受信情報信号行列から、前記レプリカ信号行列演算器が出力するレプリカ信号行列を減算することにより、受信情報信号行列から前記相互干渉の成分が除去されたレプリカ減算後信号行列を演算する減算器と、

前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列を用いてレプリカ減算後重み付け行列を演算するレプリカ減算後重み付け行列演算器と、

前記レプリカ減算後重み付け行列演算器が出力するレプリカ減算後重み付け行列と前記減算器が出力するレプリカ減算後信号行列とを用いてレプリカ減算後重み付け信号系列を出力するレプリカ減算後重み付け信号系列演算器と、

を有することを特徴とする請求項14に記載のOFDM信号受信装置。

【請求項18】 前記レプリカ減算後重み付け行列は、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列の共役転置行列であることを特徴とする請求項17に記載のOFDM信号受信装置。

【請求項19】 入力されたN系統(Nは2以上の整数)の送信情報信号系列のそれぞれに対して誤り訂正符号化を行うN個の第1の誤り訂正符号器と、前記N個の第1の誤り訂正符号器が出力する信号系列に対してインタリーブを行うN個の第1のインタリーブと、既知のパイロット信号系列を生成するN個のパイロット信号生成器と、前記N個の第1のインタリーブが出力する信号系列と前記N個のパイロット信号生成器が生成するN個の既知のパイロット信号系列とを多重化するN個のパイロット信号多重化器と、前記N個のパイロット信号多重化器が出力する信号系列に対して、変調と逆高速フーリエ変換を行うN個のOFDM変調器と、前記N個のOFDM変調器が出力する信号系列(以下、OFDM変調器が出力する信号系列を「送信OFDM信号系列」という。)を同一周波数で送信するN本の送信アンテナと、を有するOFDM信号送信装置と通信し、

前記N本の送信アンテナから送信された空間において相互干渉した信号系列(以下、「受信OFDM信号系列」という。)を受信するN本の受信アンテナと、

前記N本の受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列に対して高速フーリエ変換を行うN個の高速フーリエ変換器と、

前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列に含まれる受信パイロット信号系列を入力され、該受信パイロット信号の受信振幅および位相と、前記既知のパイロ

ット信号の振幅および位相とを用いて、伝達係数行列(伝達係数行列は、前記各送信アンテナと前記各受信アンテナとの間の各サブキャリアの伝達係数を各要素とする。)と、その逆行列である伝達係数逆行列とを演算して記憶するサブキャリア伝達係数行列演算器と、

前記N個の高速フーリエ変換器が出力する各サブキャリアの信号系列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数逆行列との積を演算し、前記各受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列の前記相互干渉の成分をキャンセルするサブキャリア干渉キャンセラと、

前記サブキャリア干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列の復調を行うN個の第1の復調器と、

前記N個の第1の復調器が出力する信号系列に対しデインタリーブを行うN個の第1のデインタリーブと、

前記N個の第1のデインタリーブが出力する信号系列に対し誤り訂正復号を行うN個の第1の誤り訂正復号器と、

と、前記N個の第1の誤り訂正復号器の出力に対し、第1の誤り訂正符号器と同一の誤り訂正符号化を行うN個の第2の誤り訂正符号器と、

前記N個の第2の誤り訂正符号器の出力に対し、第1のインタリーブと同一のデインタリーブを行うN個の第2のデインタリーブと、

前記N個の第2のデインタリーブが出力する信号系列に対して前記OFDM変調器における変調と同一の変調方式で変調を行うN個の再変調器と、

前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列を入力され、該信号系列を、前記サブキャリア干渉キャンセラから前記再変調器までの処理時間遅延させて出力するN個の遅延発生器と、

前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列と前記N個の再変調器が出力するN系統の信号系列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する伝達係数行列とを入力され、前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列に対して、前記相互干渉の成分の除去および重み付け加算を行うサブキャリア重み付け干渉キャンセラと、

前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列を復調するN個の第2の復調器と、

前記N個の第2の復調器が出力する信号系列に対しデインタリーブを行うN個の第2のデインタリーブと、

前記N個の第2のデインタリーブが出力する信号系列に対し誤り訂正復号を行うN個の第2の誤り訂正復号器と、

と、を有することを特徴とするOFDM信号受信装置。

【請求項20】 前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラは、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列を用いて重み付け受信情報信号

系列行列を演算する重み付け受信情報信号系列行列演算

器と、
前記重み付け受信情報信号系列行列演算器が出力する重み付け受信情報信号系列行列と前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列とを用いて重み付け受信情報信号系列を演算する重み付け受信情報信号系列演算器と、
前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列を用いて、重み付けられたレプリカ（「レプリカ」とは、受信情報信号系列における前記相互干渉の成分の複製をいう。）を生成するための重み付けレプリカ生成行列を演算する重み付けレプリカ生成行列演算器と、
前記重み付けレプリカ生成行列演算器が出力する重み付けレプリカ生成行列と前記N個の再変調器が出力する信号系列とを用いて重み付けレプリカ信号系列を演算する重み付けレプリカ信号系列演算器と、
前記重み付け受信情報信号系列演算器が出力する重み付け受信情報信号系列から、前記重み付けレプリカ信号系列演算器が出力する重み付けレプリカ信号系列を減算することにより、前記重み付けされた受信情報信号系列から重み付けされた相互干渉成分を除去する減算器と、
を有することを特徴とする請求項19に記載のOFDM信号受信装置。

【請求項21】 前記重み付け受信情報信号系列行列は、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列の共役転置行列であり、
前記重み付けレプリカ生成行列は、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列と当該伝達係数行列の共役転置行列とを乗算した結果である行列に対して、非対角成分が全て同一で、かつ、対角成分が全て0である行列である、
ことを特徴とする請求項20に記載のOFDM信号受信装置。

【請求項22】 前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラは、
前記N個の遅延発生器が出力する信号系列を用いて受信情報信号行列を演算する受信情報信号行列演算器と、
前記N個の再変調器が出力する信号系列を用いて再変調信号行列を演算する再変調信号行列演算器と、
前記再変調信号行列演算器が出力する再変調信号行列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列とを用いて、重み付けられたレプリカ（「レプリカ」とは、受信情報信号系列における前記相互干渉の成分の複製をいう。）を生成するためのレプリカ信号行列を演算するレプリカ信号行列演算器と、
前記受信情報信号行列演算器が出力する受信情報信号行列から、前記レプリカ信号行列演算器が出力するレプリカ信号行列を減算することにより、受信情報信号行列から前記相互干渉の成分が除去されたレプリカ減算後信号

行列を演算する減算器と、
前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列を用いてレプリカ減算後重み付け行列を演算するレプリカ減算後重み付け行列演算器と、
前記レプリカ減算後重み付け行列演算器が出力するレプリカ減算後重み付け行列と前記減算器が出力するレプリカ減算後信号行列とを用いてレプリカ減算後重み付け信号系列を出力するレプリカ減算後重み付け信号系列演算器と、
を有することを特徴とする請求項19に記載のOFDM信号受信装置。

【請求項23】 前記レプリカ減算後重み付け行列は、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列の共役転置行列であることを特徴とする請求項22に記載のOFDM信号受信装置。

【請求項24】 前記第1の誤り訂正符号器および前記第2の誤り訂正符号器は、ともに同一の畳込み符号化を行い、

前記第1の誤り訂正復号器は、閾値復号を行い、
前記第2の誤り訂正復号器は、最尤復号を行う、
ことを特徴とする請求項19～請求項23までのいずれか1項に記載のOFDM信号受信装置。

【請求項25】 前記第1の誤り訂正符号器および前記第2の誤り訂正符号器は、ともに同一の畳込み符号化を行い、

前記第1の誤り訂正復号器は、前記第2の誤り訂正復号器よりもバスメモリ長が短いビタビ復号を行い、
前記第2の誤り訂正復号器は、前記第1の誤り訂正復号器よりもバスメモリ長が長いビタビ復号を行う、
ことを特徴とする請求項19から請求項23までのいずれか1項に記載のOFDM信号受信装置。

【請求項26】 前記第1の誤り訂正符号器および前記第2の誤り訂正符号器は、ともに同一のターボ符号化を行い、

前記第1の誤り訂正復号器は、前記第2の誤り訂正復号器よりも繰返し復号処理回数が多いターボ復号を行う、

前記第2の誤り訂正復号器は、前記第1の誤り訂正復号器よりも繰返し復号処理回数が多いターボ復号を行う、
ことを特徴とする請求項19から請求項23までのいずれか1項に記載のOFDM信号受信装置。

【請求項27】 N個のパイロット信号生成器とN個のパイロット信号多重化器とN個のOFDM変調器とN本の送信アンテナとを有するOFDM信号送信装置と、N本の受信アンテナとN個の高速フーリエ変換器とサブキャリア伝達係数行列演算器とサブキャリア干渉キャンセラとN個の第1の復調器とN個の再変調器とN個の遅延発生器とサブキャリア重み付け干渉キャンセラとN個の

第2の復調器とを有するOFDM信号受信装置と、を備えるOFDM信号受信装置における、OFDM信号伝送方法であって、

前記N個のパイロット信号生成器が、入力されたN系統(Nは2以上の整数)の送信情報信号系列のそれぞれに対して、既知のパイロット信号系列を生成するステップと、

前記N個のパイロット信号多重化器が、前記N系統の送信情報信号系列と前記N個のパイロット信号生成器が生成する既知のパイロット信号系列とを多重化するステップと、

前記N個のOFDM変調器が、前記N個のパイロット信号多重化器が出力する信号系列に対して変調と逆高速フーリエ変換を行うステップと、

前記N本の送信アンテナが、前記N個のOFDM変調器が出力する信号系列(以下、OFDM変調器が出力する信号系列を「送信OFDM信号系列」という。)を同一周波数で送信するステップと、

前記N本の受信アンテナが、前記N本の送信アンテナから送信され空間において相互干渉した信号系列(以下、「受信OFDM信号系列」という。)が受信するステップと、

前記N個の高速フーリエ変換器が、前記N本の受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列に対し高速フーリエ変換を行うステップと、

前記サブキャリア伝達係数行列演算器が、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列に含まれる受信パイロット信号系列を入力され、該受信パイロット信号系列の受信振幅および位相と、前記既知のパイロット信号の振幅および位相を用いて、伝達係数行列(伝達係数行列は、前記各送信アンテナと前記各受信アンテナとの間の各サブキャリアの伝達係数を各要素とする。)と、その逆行列である伝達係数逆行列とを演算して記憶するステップと、

前記サブキャリア干渉キャンセラが、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する各サブキャリアの信号系列と、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数逆行列との積を演算し、前記各受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列の前記相互干渉の成分をキャンセルするステップと、

前記N個の第1の復調器が、前記サブキャリア干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列の信号判定を行うステップと、

前記N個の再変調器が、前記N個の第1の復調器が出力する判定結果に対して前記OFDM変調器における変調と同じの変調方式で変調を行うステップと、

前記N個の遅延発生器が、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列を入力され、該信号系列を、前記サブキャリア干渉キャンセラから前記再変調器までの処理時間遅延させて出力するステップと、

前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラが、前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列と前記N個の再変調器が出力するN系統の信号系列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する伝達係数行列とを入力され、前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列に対して、前記相互干渉の成分の除去および重み付け加算を行うステップと、

前記N個の第2の復調器が、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列を復調するステップと、

を有することを特徴とするOFDM信号伝送方法。

【請求項28】 N個のパイロット信号生成器とN個のパイロット信号多重化器とN個のOFDM変調器とN本の送信アンテナとを有するOFDM信号送信装置と、N本の受信アンテナとN個の高速フーリエ変換器とサブキャリア伝達係数行列演算器とサブキャリア干渉キャンセラとN個の第1の復調器とN個の再変調器とN個の遅延発生器とサブキャリア重み付け干渉キャンセラ(サブキャリア重み付け干渉キャンセラは、重み付け受信情報信号系列行列演算器と重み付け受信情報信号系列演算器と重み付けレプリカ生成行列演算器と重み付けレプリカ信号系列演算器と減算器とを有する。)とN個の第2の復調器とを有するOFDM信号受信装置と、を備えるOFDM信号受信装置における、OFDM信号伝送方法であって、

前記N個のパイロット信号生成器が、入力されたN系統(Nは2以上の整数)の送信情報信号系列のそれぞれに対して、既知のパイロット信号系列を生成するステップと、

前記N個のパイロット信号多重化器が、前記N系統の送信情報信号系列と前記N個のパイロット信号生成器が生成する既知のパイロット信号系列とを多重化するステップと、

前記N個のOFDM変調器が、前記N個のパイロット信号多重化器が出力する信号系列に対して変調と逆高速フーリエ変換を行うステップと、

前記N本の送信アンテナが、前記N個のOFDM変調器が出力する信号系列(以下、OFDM変調器が出力する信号系列を「送信OFDM信号系列」という。)を同一周波数で送信するステップと、

前記N本の受信アンテナが、前記N本の送信アンテナから送信され空間において相互干渉した信号系列(以下、「受信OFDM信号系列」という。)が受信するステップと、

前記N個の高速フーリエ変換器が、前記N本の受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列に対し高速フーリエ変換を行うステップと、

前記サブキャリア伝達係数行列演算器が、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列に含まれる受信パイロット信号系列を入力され、該受信パイロット信号系

列の受信振幅および位相と、前記既知のパイロット信号の振幅および位相を用いて、伝達係数行列（伝達係数行列は、前記各送信アンテナと前記各受信アンテナとの間の各サブキャリアの伝達係数を各要素とする。）と、その逆行列である伝達係数逆行列とを演算して記憶するステップと、

前記サブキャリア干渉キャンセラが、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する各サブキャリアの信号系列と、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数逆行列との積を演算し、前記各受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列の前記相互干渉の成分をキャンセルするステップと、

前記N個の第1の復調器が、前記サブキャリア干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列の信号判定を行うステップと、

前記N個の再変調器が、前記N個の第1の復調器が出力する判定結果に対して前記OFDM変調器における変調と同一の変調方式で変調を行うステップと、

前記N個の遅延発生器が、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列を入力され、該信号系列を、前記サブキャリア干渉キャンセラから前記再変調器までの処理時間遅延させて出力するステップと、

前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラが、前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列と前記N個の再変調器が出力するN系統の信号系列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する伝達係数行列とを入力されるステップと、

前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラの重み付け受信情報信号系列行列演算器が、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列を用いて重み付け受信情報信号系列行列を演算するステップと、

前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラの重み付け受信情報信号系列演算器が、前記重み付け受信情報信号系列行列演算器が出力する重み付け受信情報信号系列行列と前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列とを用いて重み付け受信情報信号系列を演算するステップと、

前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラの重み付けレプリカ生成行列演算器が、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列を用いて、重み付けられたレプリカ（「レプリカ」とは、受信情報信号系列における前記相互干渉の成分の複製をいう。）を生成するための重み付けレプリカ生成行列を演算するステップと、

前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラの重み付けレプリカ信号系列演算器が、前記重み付けレプリカ生成行列演算器が出力する重み付けレプリカ生成行列と前記N個の再変調器が出力する信号系列とを用いて重み付けレプリカ信号系列を演算するステップと、

前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラの減算器が、前記重み付け受信情報信号系列演算器が出力する重み付け受信情報信号系列から、前記重み付けレプリカ信号系列演算器が出力する重み付けレプリカ信号系列を減算することにより、前記重み付けされた受信情報信号系列から重み付けされた前記相互干渉の成分を除去するステップと、

前記N個の第2の復調器が、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列を復調するステップと、

を有することを特徴とするOFDM信号伝送方法。
【請求項29】 前記重み付け受信情報信号系列行列は、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列の共役転置行列であり、前記重み付けレプリカ生成行列は、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列と当該伝達係数行列の共役転置行列とを乗算した結果である行列に対して、非対角成分が全て同一で、かつ、対角成分が全て異なる行列である、ことを特徴とする請求項28に記載のOFDM信号伝送方法。

【請求項30】 N個のパイロット信号生成器とN個のパイロット信号多重化器とN個のOFDM変調器とN本の送信アンテナとを有するOFDM信号送信装置と、N本の受信アンテナとN個の高速フーリエ変換器とサブキャリア伝達係数行列演算器とサブキャリア干渉キャンセラとN個の第1の復調器とN個の再変調器とN個の遅延発生器とサブキャリア重み付け干渉キャンセラ（サブキャリア重み付け干渉キャンセラは、受信情報信号行列演算器と再変調信号行列演算器とレプリカ信号行列演算器と減算器とレプリカ減算後重み付け行列演算器とレプリカ減算後重み付け信号系列演算器とを有する。）とN個の第2の復調器とを有するOFDM信号受信装置と、を備えるOFDM信号受信装置における、OFDM信号伝送方法であって、

前記N個のパイロット信号生成器が、入力されたN系統（Nは2以上の整数）の送信情報信号系列のそれぞれに対して、既知のパイロット信号系列を生成するステップと、

前記N個のパイロット信号多重化器が、前記N系統の送信情報信号系列と前記N個のパイロット信号生成器が生成する既知のパイロット信号系列とを多重化するステップと、

前記N個のOFDM変調器が、前記N個のパイロット信号多重化器が出力する信号系列に対して変調と逆高速フーリエ変換とを行うステップと、

前記N本の送信アンテナが、前記N個のOFDM変調器が出力する信号系列（以下、OFDM変調器が出力する信号系列を「送信OFDM信号系列」という。）を同一周波数で送信するステップと、

前記N本の受信アンテナが、前記N本の送信アンテナから送信され空間において相互干渉した信号系列（以下、「受信OFDM信号系列」という。）が受信するステップと、
 前記N個の高速フーリエ変換器が、前記N本の受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列に対し高速フーリエ変換を行うステップと、
 前記サブキャリア伝達係数行列演算器が、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列に含まれる受信パイロット信号系列を入力され、該受信パイロット信号系列の受信振幅および位相と、前記既知のパイロット信号の振幅および位相とを用いて、伝達係数行列（伝達係数行列は、前記各送信アンテナと前記各受信アンテナとの間の各サブキャリアの伝達係数を各要素とする。）と、その逆行列である伝達係数逆行列とを演算して記憶するステップと、
 前記サブキャリア干渉キャンセラが、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する各サブキャリアの信号系列と、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数逆行列との積を演算し、前記各受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列の前記相互干渉の成分をキャンセルするステップと、
 前記N個の第1の復調器が、前記サブキャリア干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列の信号判定を行うステップと、
 前記N個の再変調器が、前記N個の第1の復調器が出力する判定結果に対して前記OFDM変調器における変調と同一の変調方式で変調を行うステップと、
 前記N個の遅延発生器が、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列を入力され、該信号系列を、前記サブキャリア干渉キャンセラから前記再変調器までの処理時間遅延させて出力するステップと、
 前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラが、前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列と前記N個の再変調器が出力するN系統の信号系列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する伝達係数行列とを入力されるステップと、
 前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラの受信情報信号行列演算器が、前記N個の遅延発生器が出力する信号系列を用いて受信情報信号行列を演算するステップと、
 前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラの再変調信号行列演算器が、前記N個の再変調器が出力する信号系列を用いて再変調信号行列を演算するステップと、
 前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラのレプリカ信号行列演算器が、前記再変調信号行列演算器が出力する再変調信号行列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列とを用いて、重み付けられたレプリカ（「レプリカ」とは、受信情報信号系列における前記相互干渉の成分の複製をいう。）を生成するためのレプリカ信号行列を演算するス

テップと、
 前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラの減算器が、前記受信情報信号行列演算器が出力する受信情報信号行列から、前記レプリカ信号行列演算器が出力するレプリカ信号行列を減算することにより、受信情報信号行列から前記相互干渉の成分が除去されたレプリカ減算後信号行列を演算するステップと、
 前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラのレプリカ減算後重み付け行列演算器が、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列を用いてレプリカ減算後重み付け行列を演算するステップと、
 前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラのレプリカ減算後重み付け信号系列演算器が、前記レプリカ減算後重み付け行列と前記減算器が出力するレプリカ減算後信号行列とを用いてレプリカ減算後重み付け信号系列を出力するステップと、
 前記N個の第2の復調器が、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列を復調するステップと、
 有することを特徴とするOFDM信号伝送方法。
 【請求項31】 前記レプリカ減算後重み付け行列は、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列の共役転置行列であることを特徴とする請求項30に記載のOFDM信号伝送装置。
 【請求項32】 N個の第1の誤り訂正符号器とN個の第1のインターバとN個のパイロット信号生成器とN本の送信アンテナとを有するOFDM信号送信装置と、N本の受信アンテナとN個の高速フーリエ変換器とサブキャリア伝達係数行列演算器とキャンセルするサブキャリア干渉キャンセラとN個の第1の復調器とN個の第1のデインターバとN個の第1の誤り訂正復号器とN個の第2の誤り訂正符号器とN個の第2のインターバとN個の再変調器とN個の遅延発生器とサブキャリア重み付け干渉キャンセラとN個の第2の復調器とN個の第2のデインターバとN個の第2の誤り訂正復号器とを有するOFDM信号受信装置と、を備えることを特徴とするOFDM信号伝送装置における、OFDM信号伝送方法であって、
 前記N個の第1の誤り訂正符号器が、入力されたN系統（Nは2以上の整数）の送信情報信号系列のそれぞれに対して誤り訂正符号化を行うステップと、
 前記N個の第1のインターバが、前記N個の第1の誤り訂正符号器が出力する信号系列に対してインターバを行うステップと、
 前記N個のパイロット信号生成器が、既知のパイロット信号系列を生成するステップと、
 前記N個のパイロット信号多重化器が、前記N個の第1

のインタリーバが出力する信号系列と前記N個のパイロット信号生成器が生成するN個の既知のパイロット信号系列とを多重化するステップと、
 前記N個のOFDM変調器が、前記N個のパイロット信号多重化器が出力する信号系列に対して、変調と逆高速フーリエ変換を行うステップと、
 前記N本の送信アンテナが、前記N個のOFDM変調器が出力する信号系列（以下、OFDM変調器が出力する信号系列を「送信OFDM信号系列」という。）を同一周波数で送信するステップと、
 前記N本の受信アンテナが、前記N本の送信アンテナから受信され空間において相互干渉した信号系列（以下、「受信OFDM信号系列」という。）を受信するステップと、
 前記N個の高速フーリエ変換器が、前記N本の受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列に対して高速フーリエ変換を行うステップと、
 前記サブキャリア伝達係数行列演算器が、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列に含まれる受信パイロット信号系列を入力され、該受信パイロット信号の受信振幅および位相と、前記既知のパイロット信号の振幅および位相とを用いて、伝達係数行列（伝達係数行列は、前記各送信アンテナと前記各受信アンテナとの間の各サブキャリアの伝達係数を各要素とする。）と、その逆行列である伝達係数逆行列とを演算して記憶するステップと、
 前記サブキャリア干渉キャンセラが、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する各サブキャリアの信号系列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数逆行列との積を演算し、前記各受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列の前記相互干渉の成分をキャンセルするステップと、前記N個の第1の復調器が、前記サブキャリア干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列の復調を行うステップと、
 前記N個の第1のデインタリーバが、前記N個の第1の復調器が出力する信号系列に対しデインタリーブを行うステップと、
 前記N個の第1の誤り訂正復号器が、前記N個の第1のデインタリーバが出力する信号系列に対し誤り訂正復号を行うステップと、
 前記N個の第2の誤り訂正復号器が、前記N個の第1の誤り訂正復号器の出力に対し、第1の誤り訂正復号器と同一の誤り訂正符号化を行うステップと、
 前記N個の第2のインタリーバが、前記N個の第2の誤り訂正復号器の出力に対し、第1のインタリーバと同一のインタリーブを行うステップと、
 前記N個の再変調器が、前記N個の第2のインタリーバが出力する信号系列に対して前記OFDM変調器における変調と同一の変調方式で変調を行うステップと、
 前記N個の遅延発生器が、前記N個の高速フーリエ変換

器が出力する信号系列を入力され、該信号系列を、前記サブキャリア干渉キャンセラから前記再変調器までの処理時間遅延させて出力するステップと、
 前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラが、前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列と前記N個の再変調器が出力するN系統の信号系列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する伝達係数行列とを入力され、前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列に対して、前記相互干渉の成分の除去および重み付け加算を行うステップと、
 前記N個の第2の復調器が、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列を復調するステップと、
 前記N個の第2のデインタリーバが、前記N個の第2の復調器が出力する信号系列に対しデインタリーブを行うステップと、
 前記N個の第2の誤り訂正復号器が、前記N個の第2のデインタリーバが出力する信号系列に対し誤り訂正復号を行うステップと、
 有することを特徴とするOFDM信号伝送方法。
 【請求項33】 N個の第1の誤り訂正符号器とN個の第1のインタリーバとN個のパイロット信号生成器N個のパイロット信号多重化器とN個のOFDM変調器とN本の送信アンテナとを有するOFDM信号送信装置と、N本の受信アンテナとN個の高速フーリエ変換器とサブキャリア伝達係数行列演算器とキャンセルするサブキャリア干渉キャンセラとN個の第1の復調器とN個の第1のデインタリーバとN個の第1の誤り訂正復号器とN個の第2の誤り訂正符号器とN個の第2のインタリーバとN個の再変調器とN個の遅延発生器とサブキャリア重み付け干渉キャンセラ（サブキャリア重み付け干渉キャンセラは、重み付け受信情報信号系列行列演算器と重み付け受信情報信号系列演算器と重み付けレプリカ信号系列演算器と減算器とを有する）とN個の第2の復調器とN個の第2のデインタリーバとN個の第2の誤り訂正復号器とを有するOFDM信号受信装置と、を備えるOFDM信号伝送装置における、OFDM信号伝送方法であって、
 前記N個の第1の誤り訂正符号器が、入力されたN系統（Nは2以上の整数）の送信情報信号系列のそれぞれに対して誤り訂正符号化を行うステップと、
 前記N個の第1のインタリーバが、前記N個の第1の誤り訂正符号器が出力する信号系列に対してインタリーブを行うステップと、
 前記N個のパイロット信号生成器が、既知のパイロット信号系列を生成するステップと、
 前記N個のパイロット信号多重化器が、前記N個の第1のインタリーバが出力する信号系列と前記N個のパイロット信号生成器が生成するN個の既知のパイロット信号系列とを多重化するステップと、

前記N個のOFDM変調器が、前記N個のパイロット信号多重化器が出力する信号系列に対して、変調と逆高速フーリエ変換を行うステップと、
前記N本の送信アンテナが、前記N個のOFDM変調器が出力する信号系列（以下、OFDM変調器が出力する信号系列を「送信OFDM信号系列」という。）を同一周波数で送信するステップと、
前記N本の受信アンテナが、前記N本の送信アンテナから送信され空間において相互干渉した信号系列（以下、「受信OFDM信号系列」という。）を受信するステップと、

前記N個の高速フーリエ変換器が、前記N本の受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列に対して高速フーリエ変換を行うステップと、

前記サブキャリア伝達係数行列演算器が、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列に含まれる受信パイロット信号系列を入力され、該受信パイロット信号の受信振幅および位相と、前記既知のパイロット信号の振幅および位相とを用いて、伝達係数行列（伝達係数行列は、前記各送信アンテナと前記各受信アンテナとの間の各サブキャリアの伝達係数を各要素とする。）と、その逆行列である伝達係数逆行列とを演算して記憶するステップと、

前記サブキャリア干渉キャンセラが、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する各サブキャリアの信号系列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数逆行列との積を演算し、前記各受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列の前記相互干渉の成分をキャンセルするステップと、

前記N個の第1の復調器が、前記サブキャリア干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列の復調を行うステップと、

前記N個の第1のデインタリーバが、前記N個の第1の復調器が出力する信号系列に対しデインタリーブを行うステップと、

前記N個の第1の誤り訂正復号器が、前記N個の第1のデインタリーバが出力する信号系列に対し誤り訂正復号を行うステップと、

前記N個の第2の誤り訂正復号器が、前記N個の第1の誤り訂正復号器の出力に対し、第1の誤り訂正符号器と同一の誤り訂正符号化を行うステップと、

前記N個の第2のインタリーバが、前記N個の第2の誤り訂正符号器の出力に対し、第1のインタリーバと同一のインタリーブを行うステップと、

前記N個の再変調器が、前記N個の第2のインタリーバが出力する信号系列に対して前記OFDM変調器における変調と同一の変調方式で変調を行うステップと、

前記N個の遅延発生器が、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列を入力され、該信号系列を、前記サブキャリア干渉キャンセラから前記再変調器までの処

理時間遅延させて出力するステップと、

前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラが、前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列と前記N個の再変調器が出力するN系統の信号系列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する伝達係数行列とを入力されるステップと、

前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラの重み付け受信情報信号系列行列演算器が、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列を用いて重み付け受信情報信号系列を演算するステップと、

前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラの重み付け受信情報信号系列演算器が、前記重み付け受信情報信号系列行列演算器が出力する重み付け受信情報信号系列行列と前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列とを用いて重み付け受信情報信号系列を演算するステップと、

前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラの重み付けレプリカ生成行列演算器が、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列を用いて、重み付けられたレプリカ（「レプリカ」とは、受信情報信号系列における前記相互干渉の成分の複製という。）を生成するための重み付けレプリカ生成行列を演算するステップと、

前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラの重み付けレプリカ信号系列演算器が、前記重み付けレプリカ生成行列演算器が出力する重み付けレプリカ生成行列と前記N個の再変調器が出力する信号系列とを用いて重み付けレプリカ信号系列を演算するステップと、

前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラの減算器が、前記重み付け受信情報信号系列演算器が出力する重み付け受信情報信号系列の値から、前記重み付けレプリカ信号系列演算器が出力する重み付けレプリカ信号系列の値を減算することにより、前記重み付けされた受信情報信号系列から重み付けされた相互干渉成分を除去するステップと、

前記N個の第2の復調器が、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列を復調するステップと、

前記N個の第2のデインタリーバが、前記N個の第2の復調器が出力する信号系列に対しデインタリーブを行うステップと、

前記N個の第2の誤り訂正復号器が、前記N個の第2のデインタリーバが出力する信号系列に対し誤り訂正復号を行うステップと、
を有することを特徴とするOFDM信号伝送方法。

【請求項34】 前記重み付け受信情報信号系列行列は、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列の共役転置行列であり、前記重み付けレプリカ生成行列は、前記サブキャリア伝

伝達係数列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数列と当該伝達係数列の共役転置行列とを乗算した結果である行列に対して、非対角成分が全て同一で、かつ、対角成分が全て0である行列である、とを特徴とする請求項33に記載のOFDM信号伝送装置。

【請求項35】 N個の第1の誤り訂正符号器とN個の第1のインタリーバとN個のパイロット信号生成器N個のパイロット信号多重化器とN個のOFDM変調器とN本の送信アンテナとを有するOFDM信号送信装置と、N本の受信アンテナとN個の高速フーリエ変換器とサブキャリア伝達係数列行列演算器とキャンセルするサブキャリア干渉キャンセラとN個の第1の復調器とN個の第1のデインタリーバとN個の第1の誤り訂正復号器とN個の第2の誤り訂正符号器とN個の第2のインタリーバとN個の再変調器とN個の遅延発生器とサブキャリア重み付け干渉キャンセラ（サブキャリア重み付け干渉キャンセラは、受信情報信号行列演算器と再変調信号行列演算器とレプリカ信号行列演算器とレプリカ減算後信号行列を演算する減算器とレプリカ減算後重み付け行列演算器とレプリカ減算後重み付け信号系列演算器とを有する。）とN個の第2の復調器とN個の第2のデインタリーバとN個の第2の誤り訂正復号器とを有するOFDM信号受信装置と、を備えるOFDM信号伝送装置における、OFDM信号伝送方法であって、

前記N個の第1の誤り訂正符号器が、入力されたN系統（Nは2以上の整数）の送信情報信号系列のそれぞれに対して誤り訂正符号化を行うステップと、

前記N個の第1のインタリーバが、前記N個の第1の誤り訂正符号器が出力する信号系列に対してインタリーブを行うステップと、

前記N個のパイロット信号生成器が、既知のパイロット信号系列を生成するステップと、

前記N個のパイロット信号多重化器が、前記N個の第1のインタリーバが出力する信号系列と前記N個のパイロット信号生成器が生成するN個の既知のパイロット信号系列とを多重化するステップと、

前記N個のOFDM変調器が、前記N個のパイロット信号多重化器が出力する信号系列に対して、変調と逆高速フーリエ変換とを行うステップと、

前記N本の送信アンテナが、前記N個のOFDM変調器が出力する信号系列（以下、OFDM変調器が出力する信号系列を「送信OFDM信号系列」という。）を同一周波数で送信するステップと、

前記N本の受信アンテナが、前記N本の送信アンテナから送信され空間において相互干渉した信号系列（以下、「受信OFDM信号系列」という。）を受信するステップと、

前記N個の高速フーリエ変換器が、前記N本の受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列に対して高速フ

ーリエ変換を行うステップと、

前記サブキャリア伝達係数列行列演算器が、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列に含まれる受信パイロット信号系列を入力され、該受信パイロット信号の受信振幅および位相と、前記既知のパイロット信号の振幅および位相とを用いて、伝達係数列（伝達係数列は、前記各送信アンテナと前記各受信アンテナとの間の各サブキャリアの伝達係数を各要素とする。）と、その逆行行列である伝達係数逆行行列とを演算して記憶するステップと、

前記サブキャリア干渉キャンセラが、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する各サブキャリアの信号系列と前記サブキャリア伝達係数列行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数逆行行列との積を演算し、前記各受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列の前記相互干渉の成分をキャンセルするステップと、

前記N個の第1の復調器が、前記サブキャリア干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列の復調を行うステップと、

前記N個の第1のデインタリーバが、前記N個の第1の復調器が出力する信号系列に対しデインタリーブを行うステップと、

前記N個の第1の誤り訂正復号器が、前記N個の第1のデインタリーバが出力する信号系列に対し誤り訂正復号を行うステップと、

前記N個の第2の誤り訂正符号器が、前記N個の第1の誤り訂正復号器の出力に対し、第1の誤り訂正符号器と同一の誤り訂正符号化を行うステップと、

前記N個の第2のインタリーバが、前記N個の第2の誤り訂正符号器の出力に対し、第1のインタリーバと同一のインタリーブを行うステップと、

前記N個の再変調器が、前記N個の第2のインタリーバが出力する信号系列に対して前記OFDM変調器における変調と同一の変調方式で変調を行うステップと、

前記N個の遅延発生器が、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列を入力され、該信号系列を、前記サブキャリア干渉キャンセラから前記再変調器までの処理時間遅延させて出力するステップと、

前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラが、前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列と前記N個の再変調器が出力するN系統の信号系列と前記サブキャリア伝達係数列行列演算器が出力する伝達係数列とを入力されるステップと、

前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラの受信情報信号行列演算器が、前記N個の遅延発生器が出力する信号系列を用いて受信情報信号行列を演算するステップと、

前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラの再変調信号行列演算器前記N個の再変調器が出力する信号系列を用いて再変調信号行列を演算するステップと、

号行列演算器が、前記再変調信号行列演算器が出力する再変調信号行列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列とを用いて、重み付けられたレプリカ（「レプリカ」とは、受信情報信号系列における前記相互干渉の成分の複製をいう。）を生成するためのレプリカ信号行列を演算するステップと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラの減算器が、前記受信情報信号行列演算器が出力する受信情報信号行列から、前記レプリカ信号行列演算器が出力するレプリカ信号行列を減算することにより、受信情報信号行列から前記相互干渉の成分が除去されたレプリカ減算後信号行列を演算するステップと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラのレプリカ減算後重み付け行列演算器が、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列を用いてレプリカ減算後重み付け行列を演算するステップと、

前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラのレプリカ減算後重み付け信号系列演算器が、前記レプリカ減算後重み付け行列演算器が出力するレプリカ減算後重み付け行列と前記減算器が出力するレプリカ減算後信号行列とを用いてレプリカ減算後重み付け信号系列を出力するステップと、前記N個の第2の復調器が、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列を復調するステップと、前記N個の第2のデインタリバーが、前記N個の第2の復調器が出力する信号系列に対しデインタリーブを行うステップと、前記N個の第2の誤り訂正復号器が、前記N個の第2のデインタリバーが出力する信号系列に対し誤り訂正復号を行うステップと、を有することを特徴とするOFDM信号伝送方法。

【請求項36】 前記レプリカ減算後重み付け行列は、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列の共役転置行列であることを特徴とする請求項35に記載のOFDM信号伝送装置。

【請求項37】 前記第1の誤り訂正符号器および前記第2の誤り訂正符号器の符号化方式は、ともに同一の畳込み符号化であり、前記第1の誤り訂正復号器の復号化方式は、閾値復号であり、前記第2の誤り訂正復号器の復号化方式は、最尤復号である。

ことを特徴とする請求項32～請求項36までのいずれか1項に記載のOFDM信号伝送方法。

【請求項38】 前記第1の誤り訂正符号器および前記第2の誤り訂正符号器の符号化方式は、ともに同一の畳込み符号化であり、

前記第1の誤り訂正復号器の復号化方式は、前記第2の誤り訂正復号器よりもバスメモリ長が短いビタビ復号であり、

前記第2の誤り訂正復号器の復号化方式は、前記第1の誤り訂正復号器よりもバスメモリ長が長いビタビ復号である、

ことを特徴とする請求項32～請求項36までのいずれか1項に記載のOFDM信号伝送方法。

【請求項39】 前記第1の誤り訂正符号器および前記第2の誤り訂正符号器の符号化方式は、ともに同一のターボ符号化であり、

前記第1の誤り訂正復号器の復号化方式は、前記第2の誤り訂正復号器よりも繰返し復号処理回数が少ないターボ復号であり、

前記第2の誤り訂正復号器の復号化方式は、前記第1の誤り訂正復号器よりも繰返し復号処理回数が多いターボ復号である、

ことを特徴とする請求項32～請求項36までのいずれか1項に記載のOFDM信号伝送方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、OFDM（Orthogonal Frequency Division Multiplexing：直交周波数分割多重）信号伝送装置、OFDM信号受信装置およびOFDM信号伝送方法に関し、特に、複数の送信アンテナと複数の受信アンテナを用いて通信を行うOFDM信号伝送装置、OFDM信号受信装置およびOFDM信号伝送方法に関する。

【0002】

【従来の技術】〔OFDM〕広帯域移動体通信においては、移動体通信におけるマルチパスフェージング環境下において一定レベルの伝送品質を維持するために、周波数選択性フェージングについての対策と必要がある。この周波数選択性フェージングについての対策としては、送信信号を互いに直交するサブキャリア群に分割して、マルチキャリア伝送を行うOFDM方式が知られている。

【0003】〔複数の送信アンテナと複数の受信アンテナ〕また、広帯域移動体通信においては、限られた周波数帯域の中で大容量化を図るために、周波数利用効率の向上についての対策をとる必要がある。

【0004】この周波数利用効率の向上についての対策としては、同一周波数帯域において複数の送信アンテナと複数の受信アンテナを用いてMIMO（Multiple-Input Multiple-Output）チャネルを構成し、送信アンテナと受信アンテナとの全ての組み合わせについての伝達係数を測定し、該伝達係数を各要素とする伝達係数行列の逆行列（以下、「伝達係数逆行列」という）を、受信されたOFDM信号系列に

乗算することによって、相互干渉成分をキャンセルし、送信されたOFDM信号系列を復元する方式が知られている。

【0005】この方式によれば、送信アンテナ・受信アンテナの数だけ周波数利用効率を向上させることができる。すなわち、この方式によれば、送信アンテナからそれぞれ異なるOFDM信号系列を送信することによって、伝送容量の増大を図ることができる。

【0006】「伝送品質・伝送容量」以上のような方式を考慮して、従来のOFDM信号伝送装置は、図5に記載のように構成されていた。以下、この従来のOFDM信号伝送装置について説明する。

【0007】図5は、従来のOFDM信号伝送装置を示す図である。従来のOFDM信号伝送装置は、OFDM信号送信装置5とOFDM信号受信装置6とから構成される。

【0008】パイロット信号多重化器5-2-1~5-2-Nは、同一TDMAバーストにおいて送信されるべき送信情報信号系列 T_1, T_2, \dots, T_N を入力される。また、パイロット信号多重化器5-2-1~5-2-Nは、パイロット信号生成器5-1-1~5-1-Nが出力する、 T_1, T_2, \dots, T_N にそれぞれ対応した既知のパイロット信号 $P_{11} \sim P_{1N}, P_{21} \sim P_{2N}, \dots, P_{M1} \sim P_{MN}$ を入力される。

【0009】パイロット信号多重化器5-2-1~5-2-Nは、この入力された送信情報信号系列 T_1, T_2, \dots, T_N と、パイロット信号生成器5-1-1~5-1-Nが出力する既知のパイロット信号 $P_{11} \sim P_{1N}, P_{21} \sim P_{2N}, \dots, P_{M1} \sim P_{MN}$ とを、時間軸上においてそれぞれ多重化する。

【0010】そして、パイロット信号多重化器5-2-1~5-2-Nは、これら多重化された信号を高速逆フーリエ変換器5-3-1~5-3-Nへそれぞれ出力する。高速逆フーリエ変換器5-3-1~5-3-Nは、入力された信号系列を高速逆フーリエ変換し、送信アンテナ5-4-1~5-4-Nへ出力する。

【0011】そして、この送信アンテナ5-4-1~5-4-Nに入力された信号系列は、送信OFDM信号系列として、OFDM信号受信装置5からOFDM信号受信装置6に向けて送信される。

【0012】送信OFDM信号系列が送信アンテナ5-4-1~5-4-Nから送信されるタイミングについては、同期がとられている。送信アンテナ5-4-1~5-4-Nから送信された送信OFDM信号系列は、空間において相互に干渉する。したがって、OFDM信号受信装置6は、送信OFDM信号系列が空間において相互に干渉した信号（以下、「受信OFDM信号系列」という。）を、受信アンテナ6-1-1~6-1-Nで受信する。

【0013】各受信OFDM信号系列が受信アンテナ6

1-1~6-1-Nで受信されるタイミングについては、同期がとられている。受信OFDM信号系列においては、送信情報信号系列 r_1, r_2, \dots, r_N と、これら r_1, r_2, \dots, r_N にそれぞれ対応した受信パイロット信号 $P_{r1} \sim P_{rN}, P_{i1} \sim P_{iN}, \dots, P_{M1} \sim P_{MN}$ とがそれぞれ時間軸上において多重化されている。

【0014】受信アンテナ6-1-1~6-1-Nで受信された信号は、高速フーリエ変換器6-2-1~6-2-Nに入力され、高速フーリエ変換される。伝送係数は、OFDM信号の各サブキャリアがOFDMシンボル内において一定振幅・一定位相の信号であるため、次のようになる。

【0015】伝送係数は、サブキャリアごとに、送信アンテナの数Nと受信アンテナの数Nの積である $N \times N$ 個ある。したがって、OFDM信号のサブキャリア数をM（Mは1以上の整数）とすると、伝送係数は、合計 $N \times N \times M$ 個ある。

【0016】よって、 $M \times N \times N$ 個の伝送係数は、全サブキャリアに係る、すべての送信アンテナと受信アンテナの組み合わせを表現する。i番目（ $1 \leq i \leq N$ ）のサブキャリアに着目して、このサブキャリアの伝送係数を行列H'とすると、行列H'は、前記送信パイロット信号と前記受信パイロット信号を用いると、 $N \times N$ の正行列として次のように表すことができる。

【0017】

【数1】

$$H' = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1N} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{N1} & h_{N2} & \dots & h_{NN} \end{pmatrix}$$

ここで、 h_{ij} は、送信アンテナ5-4-i（ $1 \leq i \leq N$ ）から受信アンテナ6-1-j（ $1 \leq j \leq N$ ）への伝送係数である。

【0018】以下、本明細書においては、行列Hを伝送係数行列と呼ぶ。行列H'を用いると、i番目のサブキャリアにおいて、前記送信パイロット信号 $P_{11} \sim P_{1N}, P_{21} \sim P_{2N}, \dots, P_{M1} \sim P_{MN}$ と前記受信パイロット信号 $P_{r1} \sim P_{rN}, P_{i1} \sim P_{iN}, \dots, P_{M1} \sim P_{MN}$ との関係は、つぎのようになる。

【0019】

【数2】

$$\begin{pmatrix} P_{r1} & P_{r2} & \dots & P_{rN} \\ P_{i1} & P_{i2} & \dots & P_{iN} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{M1} & P_{M2} & \dots & P_{MN} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1N} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{N1} & P_{N2} & \dots & P_{NN} \end{pmatrix} \cdot H'$$

逆行列演算器6-3は、数2を利用して、前記伝送係数

行列 \mathbf{H} の逆行列である $(\mathbf{H}^*)^{-1}$ （伝達係数逆行列）を次のように求める。

【0020】

【数3】

$$(\mathbf{H}^*)^{-1} = \begin{pmatrix} P_{r11} & P_{r12} & \cdots & P_{r1N} \\ P_{r21} & P_{r22} & \cdots & P_{r2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{rN1} & P_{rN2} & \cdots & P_{rNN} \end{pmatrix}^{-1} = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & \cdots & P_{1N} \\ P_{21} & P_{22} & \cdots & P_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{N1} & P_{N2} & \cdots & P_{NN} \end{pmatrix}$$

逆行列演算器4-3は、各サブキャリアの伝達係数逆行列をそれぞれ記憶する。

【0021】一方、伝達係数行列 \mathbf{H} を用いると、送信情報信号系列 T_1, T_2, \dots, T_N と受信情報信号系列 r_1, r_2, \dots, r_N との関係は、次のように表される。

【0022】

【数4】

$$(R_1 \ R_2 \ \cdots \ R_N) = (T_1 \ T_2 \ \cdots \ T_N) \cdot \mathbf{H}^*$$

干渉キャンセラ4-4は、数4と、高速フーリエ変換器4-2 1~4-2-Nから入力された受信情報信号系列 r_1, r_2, \dots, r_N と、逆行列演算器4-3から入力された伝達係数逆行列 $(\mathbf{H}^*)^{-1}$ とを用いて、送信情報信号情報系列 T_1, T_2, \dots, T_N を次のように復元する。

【0023】

【数5】

$$(T_1 \ T_2 \ \cdots \ T_N) = (R_1 \ R_2 \ \cdots \ R_N) \cdot (\mathbf{H}^*)^{-1}$$

サブキャリア干渉キャンセラ2-4の出力信号系列は復調器2-5 1~2-5-Nで復調される。

【0024】このように、従来のOFDM信号伝送装置は、OFDM信号伝送装置5が送信情報信号系列と既知のパイロット信号と多重化し、OFDM信号受信装置6が受信パイロット信号の位相・振幅を既知のパイロット信号で正規化することによって、伝達係数を求めている。

【0025】そして、この従来のOFDM信号伝送装置は、干渉キャンセルのための伝達係数逆行列をサブキャリアごとに求め、数5に示した演算を行うことにより、複数の送信アンテナから送信された送信OFDM信号相互の干渉をキャンセルし、送信情報信号系列を復元していた。

【0026】以上説明したように、従来のOFDM伝送装置によれば、同一の周波数帯域でN系統の送信情報信号系列の送受信を行うことができるため、この技術を用いないOFDM信号伝送装置に比べて、周波数帯域を増加させることなくN倍の容量の情報を伝送することができる。

【0027】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記従来のO

FD M信号伝送装置は、複数の送信アンテナと受信アンテナとを有しているものの、その干渉キャンセル後の信号系列の信号対雑音電力比（SNR: Signal to Noise power Ratio）の平均値が、送信アンテナと受信アンテナがともに1個のOFDM信号伝送装置におけるSNRの平均値と、同程度であるという問題があった。以下、かかる問題について説明する。

【0028】送信アンテナと受信アンテナを1個ずつ使用するOFDM伝送装置における1番目のサブキャリアの高速フーリエ変換後の受信情報信号を r^i とすると、この受信情報信号 r^i は、逆高速フーリエ変換前の送信情報信号 t^i 、送信アンテナと受信アンテナとの間の伝達係数 h^i 、および加法的ガウス雑音（AWGN: Additive White Gaussian Noise）成分 n^i を用いて次式で表される。

【0029】

【数6】

$$r^i = t^i h^i + n^i$$

このとき、 r^i の平均SNRは次式で与えられる。

【0030】

【数7】

$$\left(\frac{S}{N} \right)_{r,i} = \frac{|h^i|^2 |t^i|^2}{\sigma_v^2}$$

ここで、 $|h^i|$ は、 h^i の位相が一様分布、 h^i の振幅がレイリー分布と仮定した場合の該振幅の平均値である。 σ_v^2 は、AWGNの分散値である。

【0031】一方、送信アンテナと受信アンテナをN個ずつ使用する上記従来のOFDM伝送装置における1番目のサブキャリアの各アンテナにおける高速フーリエ変換後の受信情報信号系列 $r^i = (r^i_1 \ r^i_2 \ \cdots \ r^i_N)$ と、逆高速フーリエ変換前の送信信号系列 $t^i = (t^i_1 \ t^i_2 \ \cdots \ t^i_N)$ との関係は、受信情報信号系列 r^i に含まれるAWGN成分 $n^i = (n^i_1 \ n^i_2 \ \cdots \ n^i_N)$ と、m番目（ $1 \leq m \leq N$ ）の送信アンテナとn番目（ $1 \leq n \leq N$ ）の受信アンテナとの間の伝達係数 h^i_{mn} とを用いて次式で与えられる。

【0032】

【数8】

$$r^i = t^i \cdot \mathbf{H}^i + n^i$$

ただし、

【0033】

【数9】

$$\mathbf{H} = \begin{pmatrix} h'_{1,1} & h'_{1,2} & \cdots & h'_{1,N} \\ h'_{2,1} & h'_{2,2} & \cdots & h'_{2,N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h'_{N,1} & h'_{N,2} & \cdots & h'_{N,N} \end{pmatrix}$$

である。ここで \mathbf{H}^{-1} は伝達係数行列であり、 $(\mathbf{H}^{-1})^{-1}$ はその逆行列である伝達係数逆行列である。

【0034】前記サブキャリア伝達係数逆行列演算器6-3において伝達係数逆行列 $(\mathbf{H}^{-1})^{-1}$ を誤差なしで得られた場合、前記サブキャリア干渉キャンセラ6-4においてサブキャリア1の受信情報信号系列 \mathbf{H}^{-1} に $(\mathbf{H}^{-1})^{-1}$ を乗算した結果であるサブキャリア干渉キャンセラ出力*

$$\begin{aligned} (u'_1 \ u'_2)^T &= (r'_1 \ r'_2)^T + (n'_1 \ n'_2)^T \begin{pmatrix} h'_{1,1} & h'_{1,2} \\ h'_{2,1} & h'_{2,2} \end{pmatrix}^{-1} \\ &= (r'_1 \ r'_2)^T + \frac{1}{h'_{1,1}h'_{2,2} - h'_{1,2}h'_{2,1}} (h'_{2,2}n'_1 - h'_{2,1}n'_2 \quad -h'_{1,2}n'_1 + h'_{1,1}n'_2) \end{aligned}$$

4つの伝達係数 $h'_{m,n}$ ($m=1, 2, n=1, 2$) は、それぞれ統計的に独立であり、その位相が一様分布しており、その振幅がレイリー分布で平均値が $|h|$ とす

る。【0037】また、2つのAGCN成分 n'_1, n'_2 は、それぞれ統計的に独立であり、 σ^2 を分散値とする複素※

$$\begin{aligned} \left(\frac{S}{N} \right)_{r'_i} &= \frac{\left(\begin{matrix} h'_{1,1}h'_{2,2} - h'_{1,2}h'_{2,1} \end{matrix} \right)^2}{\left(\begin{matrix} h'_{2,2}n'_1 - h'_{2,1}n'_2 \\ h'_{1,2}n'_1 - h'_{1,1}n'_2 \end{matrix} \right)^2} |r'_i|^2 = \frac{\left(\begin{matrix} |h'_{1,1}|^2 |h'_{2,2}|^2 - |h'_{1,2}|^2 |h'_{2,1}|^2 \end{matrix} \right)^2}{\left(\begin{matrix} |h'_{2,2}|^2 |n'_1|^2 + |h'_{1,2}|^2 |n'_2|^2 \end{matrix} \right)^2} |r'_i|^2 \\ &= \frac{|h|^4 |r'_i|^2}{\sigma_v^2} \end{aligned}$$

同様に u'_2 の平均 SNR も以下の式で表される。

【0039】

【数13】

$$\left(\frac{S}{N} \right)_{u'_2} = \frac{|h|^2 |r'_2|^2}{\sigma_v^2}$$

【0040】(数7)と、(数12)および(数13)とを比較すると、送信情報信号系列が同一であれば、アンテナ数 $N=2$ の従来の OFDM 信号伝送装置における干渉キャンセル後の信号系列の平均 SNR は、送信アンテナと受信アンテナがともに1個である OFDM 信号伝送装置における高速フーリエ変換後の受信情報信号系列の平均 SNR と同一になる。

【0041】同様に、アンテナ数 $N \geq 3$ の従来の OFDM 信号伝送装置における干渉キャンセル後の信号系列の平均 SNR も、送信アンテナと受信アンテナがともに1個である OFDM 信号伝送装置における高速フーリエ変換後の受信情報信号系列の平均 SNR と同一になる。

※ 信号系列 $\mathbf{u}' (= u'_1 \ u'_2 \ \cdots \ u'_N)$ は以下の式で表すことができる。

【0035】

【数10】

$$\mathbf{u}' = \mathbf{r}' \cdot (\mathbf{H}')^{-1} = (\mathbf{r}' \cdot \mathbf{H}' + \mathbf{n}') \cdot (\mathbf{H}')^{-1} \quad (\text{【数8】}) \\ = \mathbf{r}' + \mathbf{n}' \cdot (\mathbf{H}')^{-1}$$

ここで、たとえば、 $N=2$ の場合、(数10)は以下の式で表すことができる。

【0036】

【数11】

※ ガウス分布をとるとする。すると、サブキャリア干渉キャンセラの出力信号 u'_1 の平均 SNR は以下の式で表される。

【0038】

【数12】

【0042】したがって、上述したように、従来の OFDM 信号伝送装置における干渉キャンセル後の信号系列の平均 SNR は、送信アンテナと受信アンテナがともに1個である OFDM 信号伝送装置における平均 SNR と、同程度のものであった。

【0043】そこで、本発明は、かかる事情に鑑み、複数の送信アンテナと受信アンテナとを有する OFDM 信号伝送装置において、干渉キャンセル後の信号系列の平均 SNR を従来に比べて向上できる OFDM 信号伝送装置、OFDM 信号受信装置および OFDM 信号伝送方法を提供することを目的とする。

【0044】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、上記課題は、前記特許請求の範囲に記載の手段により、解決される。

【0045】すなわち、請求項1に記載の発明は、入力された N 系統 (N は2以上の整数) の送信情報信号系列のそれぞれに対して、既知のパイロット信号系列を生成する N 個のパイロット信号生成器と、前記 N 系統の送信情報信号系列と前記 N 個のパイロット信号生成器が生成する既知のパイロット信号系列とを多重化する N 個のパ

イロット信号多重化器と、前記N個のバイロット信号多重化器が出力する信号系列に対して変調と逆高速フーリエ変換とを行うN個のOFDM変調器と、前記N個のOFDM変調器が出力する信号系列（以下、OFDM変調器が出力する信号系列を「送信OFDM信号系列」という。）を同一周波数で送信するN本の送信アンテナと、を有するOFDM信号送信装置と、前記N本の送信アンテナから送信され空間において相互干渉した信号系列（以下、「受信OFDM信号系列」という。）を受信するN本の受信アンテナと、前記N本の受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列に対し高速フーリエ変換を行うN個の高速フーリエ変換器と、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列に含まれる受信バイロット信号系列を入力され、該受信バイロット信号系列の受信振幅および位相と、前記既知のバイロット信号の振幅および位相とを用いて、伝達係数行列（伝達係数行列は、前記各送信アンテナと前記各受信アンテナとの間の各サブキャリアの伝達係数を各要素とする。）と、その逆行列である伝達係数逆行列とを演算して記憶するサブキャリア伝達係数行列演算器と、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する各サブキャリアの信号系列と、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数逆行列との積を演算し、前記各受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列の相互干渉の成分をキャンセルするサブキャリア干渉キャンセラと、前記サブキャリア干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列の信号判定を行うN個の第1の復調器と、前記N個の第1の復調器が出力する判定結果に対して前記OFDM変調器における変調と同一の変調方式で変調を行うN個の再変調器と、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列を入力され、該信号系列を、前記サブキャリア干渉キャンセラから前記再変調器までの処理時間遅延させて出力するN個の遅延発生器と、前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列と前記N個の再変調器が出力するN系統の信号系列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する伝達係数行列とを入力され、前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列に対して、相互干渉の成分の除去および重み付け加算を行うサブキャリア重み付け干渉キャンセラと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列を復調するN個の第2の復調器と、を有するOFDM信号受信装置とを、備えることを特徴とするOFDM信号伝送装置である。

【0046】請求項2に記載の発明は、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラは、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列を用いて重み付け受信情報信号行列を演算する重み付け受信情報信号行列演算器と、前記重み付け受信情報信号行列と前記N個の遅延発生器が出力するN系統の

信号系列とを用いて重み付け受信情報信号系列を演算する重み付け受信情報信号系列演算器と、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列を用いて、重み付けられたレプリカ（「レプリカ」とは、受信情報信号系列における前記相互干渉の成分の複製をいう。）を生成するための重み付けレプリカ生成行列を演算する重み付けレプリカ生成行列演算器と、前記重み付けレプリカ生成行列演算器が出力する重み付けレプリカ生成行列と前記N個の再変調器が出力する信号系列とを用いて重み付けレプリカ信号系列を演算する重み付けレプリカ信号系列演算器と、前記重み付け受信情報信号系列演算器が出力する重み付け受信情報信号系列から、前記重み付けレプリカ信号系列演算器が出力する重み付けレプリカ信号系列を減算することにより、前記重み付けされた受信情報信号系列から重み付けされた前記相互干渉の成分を除去する減算器と、を有することを特徴とする請求項1に記載のOFDM信号伝送装置である。

【0047】請求項3に記載の発明は、前記重み付け受信情報信号行列は、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列の共役転置行列であり、前記重み付けレプリカ生成行列は、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列と当該伝達係数行列の共役転置行列とを乗算した結果である行列に対して、非対角成分が全て同一で、かつ、対角成分が全て0である行列である、ことを特徴とする請求項2に記載のOFDM信号伝送装置である。

【0048】請求項4に記載の発明は、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラは、前記N個の遅延発生器が出力する信号系列を用いて受信情報信号行列を演算する受信情報信号行列演算器と、前記N個の再変調器が出力する信号系列を用いて再変調信号行列を演算する再変調信号行列演算器と、前記再変調信号行列演算器が出力する再変調信号行列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列とを用いて、重み付けられたレプリカ（「レプリカ」とは、受信情報信号系列における前記相互干渉の成分の複製をいう。）を生成するためのレプリカ信号行列を演算するレプリカ信号行列演算器と、前記受信情報信号行列演算器が出力する受信情報信号行列から、前記レプリカ信号行列演算器が出力するレプリカ信号行列を減算することにより、受信情報信号行列から前記相互干渉の成分が除去されたレプリカ減算後信号行列を演算する減算器と、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列を用いてレプリカ減算後重み付け行列を演算するレプリカ減算後重み付け行列演算器と、前記レプリカ減算後重み付け行列と前記減算器が出力するレプリカ減算後信号行列とを用いてレプリカ減算後重み付け信

号系列を出力するレプリカ減算後重み付け信号系列演算器と、を有することを特徴とする請求項1に記載のOFDM信号伝送装置である。

【0049】請求項5に記載の発明は、前記レプリカ減算後重み付け行列は、前記サブキャリア伝送係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝送係数行列の共役転置行列であることを特徴とする請求項4に記載のOFDM信号伝送装置である。

【0050】請求項6に記載の発明は、入力されたN系統(Nは2以上の整数)の送信情報信号系列のそれぞれに対して誤り訂正符号化を行うN個の第1の誤り訂正符号器と、前記N個の第1の誤り訂正符号器が出力する信号系列に対してインターリーブを行うN個の第1のインターリーブと、既知のパイロット信号系列を生成するN個のパイロット信号生成器と、前記N個の第1のインターリーブが出力する信号系列と前記N個のパイロット信号生成器が生成するN個の既知のパイロット信号系列とを多重化するN個のパイロット信号多重化器と、前記N個のパイロット信号多重化器が出力する信号系列に対して、変調と逆高速フーリエ変換を行うN個のOFDM変調器と、前記N個のOFDM変調器が出力する信号系列(以下、OFDM変調器が出力する信号系列を「送信OFDM信号系列」という。)を同一周波数で送信するN本の送信アンテナと、を有するOFDM信号送信装置と、前記N本の送信アンテナから送信電波空間において相互干渉した信号系列(以下、「受信OFDM信号系列」という。)を受信するN本の受信アンテナと、前記N本の受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列に対して高速フーリエ変換を行うN個の高速フーリエ変換器と、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列に含まれる受信パイロット信号系列を入力され、該受信パイロット信号の受信振幅および位相と、前記既知のパイロット信号の振幅および位相とを用いて、伝送係数行列(伝送係数行列は、前記各送信アンテナと前記各受信アンテナとの間の各サブキャリアの伝送係数を要素とする。)と、その逆行列である伝送係数逆行列とを演算して記憶するサブキャリア伝送係数行列演算器と、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する各サブキャリアの信号系列と前記サブキャリア伝送係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝送係数逆行列との積を演算し、前記各受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列の前記相互干渉の成分をキャンセルするサブキャリア干渉キャンセラと、前記サブキャリア干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列の復調を行うN個の第1の復調器と、前記N個の第1の復調器が出力する信号系列に対しデインターリーブを行うN個の第1のデインターリーブと、前記N個の第1のデインターリーブが出力する信号系列に対し誤り訂正復号を行うN個の第1の誤り訂正復号器と、前記N個の第1の誤り訂正復号器の出力に対し、第1の誤り訂正符号器と同一の誤り訂正符号化を行うN個

の第2の誤り訂正符号器と、前記N個の第2の誤り訂正符号器の出力に対し、第1のデインターリーブと同一のインターリーブを行うN個の第2のデインターリーブと、前記N個の第2のデインターリーブが出力する信号系列に対して前記OFDM変調器における変調と同一の変調方式で変調を行うN個の再変調器と、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列を入力され、該信号系列を、前記サブキャリア干渉キャンセラから前記再変調器までの処理時間遅延させて出力するN個の遅延発生器と、前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列と前記N個の再変調器が出力するN系統の信号系列と前記サブキャリア伝送係数行列演算器が出力する伝送係数行列とを入力され、前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列に対して、前記相互干渉の成分の除去および重み付け加算を行うサブキャリア重み付け干渉キャンセラと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列を復調するN個の第2の復調器と、前記N個の第2の復調器が出力する信号系列に対しデインターリーブを行うN個の第2のデインターリーブと、前記N個の第2のデインターリーブが出力する信号系列に対し誤り訂正復号を行うN個の第2の誤り訂正復号器と、を有するOFDM信号受信装置と、を備えることを特徴とするOFDM信号伝送装置である。

【0051】請求項7に記載の発明は、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラは、前記サブキャリア伝送係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝送係数行列を用いて重み付け受信情報信号系列行列を演算する重み付け受信情報信号系列行列演算器と、前記重み付け受信情報信号系列行列演算器が出力する重み付け受信情報信号系列行列と前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列とを用いて重み付け受信情報信号系列を演算する重み付け受信情報信号系列演算器と、前記サブキャリア伝送係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝送係数行列を用いて、重み付けられたレプリカ(「レプリカ」とは、受信情報信号系列における前記相互干渉の成分の複製をいう。)を生成するための重み付けレプリカ生成行列を演算する重み付けレプリカ生成行列演算器と、前記重み付けレプリカ生成行列演算器が出力する重み付けレプリカ信号系列と前記N個の再変調器が出力する信号系列とを用いて重み付けレプリカ信号系列を演算する重み付けレプリカ信号系列演算器と、前記重み付け受信情報信号系列演算器が出力する重み付け受信情報信号系列から、前記重み付けレプリカ信号系列を減算することにより、前記重み付けされた受信情報信号系列から重み付けされた前記相互干渉の成分を除去する減算器と、を有することを特徴とする請求項6に記載のOFDM信号伝送装置である。

【0052】請求項8に記載の発明は、前記重み付け受信情報信号系列行列は、前記サブキャリア伝送係数行列

演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列の共役転置行列であり、前記重み付けレプリカ生成行列は、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列と当該伝達係数行列の共役転置行列とを乗算した結果である行列に対して、非対角成分が全て同一で、かつ、対角成分が全て0となる行列であることを特徴とする請求項7に記載のOFDM信号伝送装置である。

【0053】請求項9に記載の発明は、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラは、前記N個の遅延発生器が出力する信号系列を用いて受信情報信号行列を演算する受信情報信号行列演算器と、前記N個の再変調器が出力する信号系列を用いて再変調信号行列を演算する再変調信号行列演算器と、前記再変調信号行列演算器が出力する再変調信号行列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列とを用いて、重み付けられたレプリカ（「レプリカ」とは、受信情報信号系列における前記相互干渉の成分の複製をいう。）を生成するためのレプリカ信号行列を演算するレプリカ信号行列演算器と、前記受信情報信号行列演算器が出力する受信情報信号行列から、前記レプリカ信号行列演算器が出力するレプリカ信号行列を減算することにより、受信情報信号行列から前記相互干渉の成分が除去されたレプリカ減算後信号行列を演算する減算器と、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列を用いてレプリカ減算後重み付け行列を演算するレプリカ減算後重み付け行列演算器と、前記レプリカ減算後重み付け行列と前記減算器が出力するレプリカ減算後信号行列とを用いてレプリカ減算後重み付け信号系列を出力するレプリカ減算後重み付け信号系列演算器と、を有することを特徴とする請求項6に記載のOFDM信号伝送装置である。

【0054】請求項10に記載の発明は、前記レプリカ減算後重み付け行列は、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列の共役転置行列であることを特徴とする請求項9に記載のOFDM信号伝送装置である。

【0055】請求項11に記載の発明は、前記第1の誤り訂正符号器および前記第2の誤り訂正符号器は、ともに同一の畳込み符号化を行い、前記第1の誤り訂正符号器は、関値復号を行い、前記第2の誤り訂正符号器は、最尤復号を行う、ことを特徴とする請求項6～請求項10までのいずれか1項に記載のOFDM信号伝送装置である。

【0056】請求項12に記載の発明は、前記第1の誤り訂正符号器および前記第2の誤り訂正符号器は、ともに同一の畳込み符号化を行い、前記第1の誤り訂正符号器は、前記第2の誤り訂正符号器よりもバスメモリ長が短いビタビ復号を行い、前記第2の誤り訂正符号器は、

前記第1の誤り訂正復号器よりもバスメモリ長が長いビタビ復号を行う、ことを特徴とする請求項6から請求項10までのいずれか1項に記載のOFDM信号伝送装置である。

【0057】請求項13に記載の発明は、前記第1の誤り訂正符号器および前記第2の誤り訂正符号器は、ともに同一のターボ符号化を行い、前記第1の誤り訂正復号器は、前記第2の誤り訂正復号器よりも繰り返し復号処理回数が多いターボ復号を行う、ことを特徴とする請求項6から請求項10までのいずれか1項に記載のOFDM信号伝送装置である。

【0058】請求項14に記載の発明は、入力されたN系統（Nは2以上の整数）の送信情報信号系列のそれぞれに対して、既知のパイロット信号系列を生成するN個のパイロット信号生成器と、前記N系統の送信情報信号系列と前記N個のパイロット信号生成器が生成する既知のパイロット信号系列とを多重化するN個のパイロット信号多重化器と、前記N個のパイロット信号多重化器が出力する信号系列に対して変調と逆高速フーリエ変換を行うN個のOFDM変調器と、前記N個のOFDM変調器が出力する信号系列（以下、OFDM変調器が出力する信号系列を「送信OFDM信号系列」という。）を同一周波数で送信するN本の送信アンテナと、を有するOFDM信号送信装置と通信し、前記N本の送信アンテナから送信される空間において相互干渉した信号系列（以下、「受信OFDM信号系列」という。）を受信するN本の受信アンテナと、前記N本の受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列に対して高速フーリエ変換を行うN個の高速フーリエ変換器と、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列に含まれる受信パイロット信号系列を入力され、該受信パイロット信号系列の受信振幅および位相と、前記既知のパイロット信号の振幅および位相とを用いて、伝達係数行列（伝達係数行列は、前記各送信アンテナと前記各受信アンテナとの間の各サブキャリアの伝達係数を各要素とする。）と、その逆行列である伝達係数逆行列とを演算して記憶するサブキャリア伝達係数行列演算器と、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する各サブキャリアの信号系列と、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数逆行列との積を演算し、前記各受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列の前記相互干渉の成分をキャンセルするサブキャリア干渉キャンセラと、前記サブキャリア干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列の信号判定を行うN個の第1の復調器と、前記N個の第1の復調器が出力する判定結果に対して前記OFDM変調器における変調と同一の変調方式で変調を行うN個の再変調器と、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列を入力され、該信号系列を、前記サブキャ

リア干渉キャンセラから前記再変調器までの処理時間遅延させて出力するN個の遅延発生器と、前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列と前記N個の再変調器が出力するN系統の信号系列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する伝達係数行列とを人力され、前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列に対して、前記相互干渉の成分の除去および重み付け加算を行うサブキャリア重み付け干渉キャンセラと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列を復調するN個の第2の復調器と、を有することを特徴とするOFDM信号受信装置である。

【0059】請求項15に記載の発明は、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラは、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列を用いて重み付け受信情報信号系列行列を演算する重み付け受信情報信号系列行列演算器と、前記重み付け受信情報信号系列行列演算器が出力する重み付け受信情報信号系列行列と前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列とを用いて重み付け受信情報信号系列を演算する重み付け受信情報信号系列演算器と、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列を用いて、重み付けられたレプリカ（「レプリカ」とは、受信情報信号系列における前記相互干渉の成分の複製をいう。）を生成するための重み付けレプリカ生成行列を演算する重み付けレプリカ生成行列演算器と、前記重み付けレプリカ生成行列演算器が出力する重み付けレプリカ生成行列と前記N個の再変調器が出力する信号系列とを用いて重み付けレプリカ信号系列を演算する重み付けレプリカ信号系列演算器と、前記重み付け受信情報信号系列演算器が出力する重み付け受信情報信号系列から、前記重み付けレプリカ信号系列演算器が出力する重み付けレプリカ信号系列を減算することにより、前記重み付けされた受信情報信号系列から重み付けされた前記相互干渉の成分を除去する減算器と、を有することを特徴とする請求項14に記載のOFDM信号受信装置である。

【0060】請求項16に記載の発明は、前記重み付け受信情報信号系列行列は、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列の共役転置行列であり、前記重み付けレプリカ生成行列は、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列と当該伝達係数行列の共役転置行列とを乗算した結果である行列に対して、非対角成分が全て0で、かつ、対角成分が全て0でなる行列である、ことを特徴とする請求項15に記載のOFDM信号受信装置である。

【0061】請求項17に記載の発明は、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラは、前記N個の遅延発生器が出力する信号系列を用いて受信情報信号行列を演算する受信情報信号行列演算器と、前記N個の再変調器が出力

する信号系列を用いて再変調信号行列を演算する再変調信号行列演算器と、前記再変調信号行列演算器が出力する再変調信号行列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列とを用いて、重み付けられたレプリカ（「レプリカ」とは、受信情報信号系列における前記相互干渉の成分の複製をいう。）を生成するためのレプリカ信号行列を演算するレプリカ信号行列演算器と、前記受信情報信号行列演算器が出力する受信情報信号行列から、前記レプリカ信号行列演算器が出力するレプリカ信号行列を減算することにより、受信情報信号行列から前記相互干渉の成分が除去されたレプリカ減算後信号行列を演算する減算器と、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列を用いてレプリカ減算後重み付け行列を演算するレプリカ減算後重み付け行列演算器と、前記レプリカ減算後重み付け行列演算器が出力するレプリカ減算後重み付け行列と前記減算器が出力するレプリカ減算後信号行列とを用いてレプリカ減算後重み付け信号系列を出力するレプリカ減算後重み付け信号系列演算器と、を有することを特徴とする請求項14に記載のOFDM信号受信装置である。

【0062】請求項18に記載の発明は、前記レプリカ減算後重み付け行列は、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列の共役転置行列であることを特徴とする請求項17に記載のOFDM信号受信装置である。

【0063】請求項19に記載の発明は、入力されたN系統（Nは2以上の整数）の送信情報信号系列のそれぞれに対して誤り訂正符号化を行うN個の第1の誤り訂正符号器と、前記N個の第1の誤り訂正符号器が出力する信号系列に対してインタリーブを行うN個の第1のインタリーブと、既知のパイロット信号系列を生成するN個のパイロット信号生成器と、前記N個の第1のインタリーブが出力する信号系列と前記N個のパイロット信号生成器が生成するN個の既知のパイロット信号系列とを多重化するN個のパイロット信号多重化器と、前記N個のパイロット信号多重化器が出力する信号系列に対して、変調と逆高速フーリエ変換を行うN個のOFDM変調器と、前記N個のOFDM変調器が出力する信号系列（以下、OFDM変調器が出力する信号系列を「送信OFDM信号系列」という。）を同一周波数で送信するN本の送信アンテナと、を有するOFDM信号送信装置と通信し、前記N本の送信アンテナから送信される空間において相互干渉した信号系列（以下、「受信OFDM信号系列」という。）を受信するN本の受信アンテナと、前記N本の受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列に対して高速フーリエ変換を行うN個の高速フーリエ変換器と、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列に含まれる受信パイロット信号系列を人力され、該受信パイロット信号の受信振幅および位相と、前記既

知のパイロット信号の振幅および位相を用いて、伝達係数行列（伝達係数行列は、前記各送信アンテナと前記各受信アンテナとの間の各サブキャリアの伝達係数を各要素とする。）と、その逆行列である伝達係数逆行列とを演算して記憶するサブキャリア伝達係数行列演算器と、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する各サブキャリアの信号系列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数逆行列との積を演算し、前記各受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列の前記相互干渉の成分をキャンセルするサブキャリア干渉キャンセラと、前記サブキャリア干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列の復調を行うN個の第1の復調器と、前記N個の第1の復調器が出力する信号系列に対しデインタリーブを行うN個の第1のデインタリーバと、前記N個の第1のデインタリーバが出力する信号系列に対し誤り訂正復号を行うN個の第1の誤り訂正復号器と、前記N個の第1の誤り訂正復号器の出力に対し、第1の誤り訂正符号器と同一の誤り訂正符号化を行うN個の第2の誤り訂正符号器と、前記N個の第2の誤り訂正符号器の出力に対し、第1のインタリーバと同一のインタリーブを行うN個の第2のデインタリーバと、前記N個の第2のデインタリーバが出力する信号系列に対して前記OFDM変調器における変調と同一の変調方式で変調を行うN個の再変調器と、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列を入力され、該信号系列を、前記サブキャリア干渉キャンセラから前記再変調器までの処理時間遅延させて出力するN個の遅延発生器と、前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列と前記N個の再変調器が出力するN系統の信号系列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する伝達係数行列とを入力され、前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列に対して、前記相互干渉の成分の除去および重み付け加算を行うサブキャリア重み付け干渉キャンセラと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列を復調するN個の第2の復調器と、前記N個の第2の復調器が出力する信号系列に対しデインタリーブを行うN個の第2のデインタリーバと、前記N個の第2のデインタリーバが出力する信号系列に対し誤り訂正復号を行うN個の第2の誤り訂正復号器と、を有することを特徴とするOFDM信号受信装置である。

【0064】請求項20に記載の発明は、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラは、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列を用いて重み付け受信情報信号系列行列を演算する重み付け受信情報信号系列行列演算器と、前記重み付け受信情報信号系列行列演算器が出力する重み付け受信情報信号系列行列と前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列とを用いて重み付け受信情報信号系列を演算する重み付け受信情報信号系列演算器と、前記サブキャ

リア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列を用いて、重み付けられたレプリカ（「レプリカ」とは、受信情報信号系列における前記相互干渉の成分の複製をいう。）を生成するための重み付けレプリカ生成行列を演算する重み付けレプリカ生成行列演算器と、前記重み付けレプリカ生成行列演算器が出力する重み付けレプリカ生成行列と前記N個の再変調器が出力する信号系列とを用いて重み付けレプリカ信号系列を演算する重み付けレプリカ信号系列演算器と、前記重み付け受信情報信号系列演算器が出力する重み付け受信情報信号系列から、前記重み付けレプリカ信号系列演算器が出力する重み付けレプリカ信号系列を減算することにより、前記重み付けされた受信情報信号系列から重み付けされた相互干渉成分を除去する減算器と、を有することを特徴とする請求項19に記載のOFDM信号受信装置である。

【0065】請求項21に記載の発明は、前記重み付け受信情報信号系列行列は、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列の共役転置行列であり、前記重み付けレプリカ生成行列は、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列と当該伝達係数行列の共役転置行列とを乗算した結果である行列に対して、非対角成分が全て同一で、かつ、対角成分が全て0である行列である、ことを特徴とする請求項20に記載のOFDM信号受信装置である。

【0066】請求項22に記載の発明は、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラは、前記N個の遅延発生器が出力する信号系列を用いて受信情報信号行列を演算する受信情報信号行列演算器と、前記N個の再変調器が出力する信号系列を用いて再変調信号行列を演算する再変調信号行列演算器と、前記再変調信号行列演算器が出力する再変調信号行列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列とを用いて、重み付けられたレプリカ（「レプリカ」とは、受信情報信号系列における前記相互干渉の成分の複製をいう。）を生成するためのレプリカ信号行列を演算するレプリカ信号行列演算器と、前記受信情報信号行列演算器が出力する受信情報信号行列から、前記レプリカ信号行列演算器が出力するレプリカ信号行列を減算することにより、受信情報信号行列から前記相互干渉の成分が除去されたレプリカ減算後信号行列を演算する減算器と、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列を用いてレプリカ減算後重み付け行列を演算するレプリカ減算後重み付け行列演算器と、前記レプリカ減算後重み付け行列演算器が出力するレプリカ減算後重み付け行列と前記減算器が出力するレプリカ減算後信号行列とを用いてレプリカ減算後重み付け信号系列を出力するレプリカ減算後重み付け信号系列演算器と、を有することを特徴とする請求項19に記載のO

FDM信号受信装置である。

【0067】請求項23に記載の発明は、前記レプリカ減算後重み付け行列は、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列の共役転置行列であることを特徴とする請求項22に記載のOFDM信号受信装置である。

【0068】請求項24に記載の発明は、前記第1の誤り訂正符号器および前記第2の誤り訂正符号器は、ともに同一の複込み符号化を行い、前記第1の誤り訂正復号器は、順復号を行い、前記第2の誤り訂正復号器は、最尤復号を行う、ことを特徴とする請求項19〜請求項23までのいずれか1項に記載のOFDM信号受信装置である。

【0069】請求項25に記載の発明は、前記第1の誤り訂正符号器および前記第2の誤り訂正符号器は、ともに同一の複込み符号化を行い、前記第1の誤り訂正復号器は、前記第2の誤り訂正復号器よりもバスメモリ長が短いビタビ復号を行い、前記第2の誤り訂正復号器は、前記第1の誤り訂正復号器よりもバスメモリ長が長いビタビ復号を行う、ことを特徴とする請求項19から請求項23までのいずれか1項に記載のOFDM信号受信装置である。

【0070】請求項26に記載の発明は、前記第1の誤り訂正符号器および前記第2の誤り訂正符号器は、ともに同一のターボ符号化を行い、前記第1の誤り訂正復号器は、前記第2の誤り訂正復号器よりも繰り返し復号処理回数が少ないターボ復号を行い、前記第2の誤り訂正復号器は、前記第1の誤り訂正復号器よりも繰り返し復号処理回数が多いターボ復号を行う、ことを特徴とする請求項19から請求項23までのいずれか1項に記載のOFDM信号受信装置である。

【0071】請求項27に記載の発明は、N個のパイロット信号生成器とN個のパイロット信号多重化器とN個のOFDM変調器とN本の送信アンテナとを有するOFDM信号送信装置と、N本の受信アンテナとN個の高速フーリエ変換器とサブキャリア伝達係数行列演算器とサブキャリア干渉キャンセラとN個の第1の復調器とN個の再変調器とN個の遅延発生器とサブキャリア重み付け干渉キャンセラとN個の第2の復調器とを有するOFDM信号受信装置と、を備えるOFDM信号受信装置における、OFDM信号伝送方法であって、前記N個のパイロット信号生成器が、入力されたN系統(Nは2以上の整数)の送信情報信号系列のそれぞれに対して、既知のパイロット信号系列を生成するステップと、前記N個のパイロット信号多重化器が、前記N系統の送信情報信号系列と前記N個のパイロット信号生成器が生成する既知のパイロット信号系列とを多重化するステップと、前記N個のOFDM変調器が、前記N個のパイロット信号多重化器が出力する信号系列に対して変調と逆高速フーリエ変換とを行うステップと、前記N本の送信アンテナ

が、前記N個のOFDM変調器が出力する信号系列(以下、OFDM変調器が出力する信号系列を「送信OFDM信号系列」という。)を同一周波数で送信するステップと、前記N本の受信アンテナが、前記N本の送信アンテナから送信され空間において相互干渉した信号系列(以下、「受信OFDM信号系列」という。)が受信するステップと、前記N個の高速フーリエ変換器が、前記N本の受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列に対し高速フーリエ変換を行うステップと、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列に含まれる受信パイロット信号系列を入力され、該受信パイロット信号系列の受信振幅および位相と、前記既知のパイロット信号の振幅および位相とを用いて、伝達係数行列(伝達係数行列は、前記各送信アンテナと前記各受信アンテナとの間の各サブキャリアの伝達係数を各要素とする。)と、その逆行列である伝達係数逆行列とを演算して記憶するステップと、前記サブキャリア干渉キャンセラが、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する各サブキャリアの信号系列と、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数逆行列との積を演算し、前記各受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列の前記相互干渉の成分をキャンセルするステップと、前記N個の第1の復調器が、前記サブキャリア干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列の復号判定を行うステップと、前記N個の再変調器が、前記N個の第1の復調器が出力する判定結果に対して前記OFDM変調器における変調と同一の変調方式で変調を行うステップと、前記N個の遅延発生器が、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列を入力され、該信号系列を、前記サブキャリア干渉キャンセラから前記再変調器までの処理時間遅延させて出力するステップと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラが、前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列と前記N個の再変調器が出力するN系統の信号系列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する伝達係数行列とを入力され、前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列に対して、前記相互干渉の成分の除去および重み付け加算を行うステップと、前記N個の第2の復調器が、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列を復調するステップと、を有することを特徴とするOFDM信号伝送方法である。

【0072】請求項28に記載の発明は、N個のパイロット信号生成器とN個のパイロット信号多重化器とN個のOFDM変調器とN本の送信アンテナとを有するOFDM信号送信装置と、N本の受信アンテナとN個の高速フーリエ変換器とサブキャリア伝達係数行列演算器とサブキャリア干渉キャンセラとN個の第1の復調器とN個の再変調器とN個の遅延発生器とサブキャリア重み付け干渉キャンセラ(サブキャリア重み付け干渉キャンセラ

45

重み付け受信情報信号系列行列演算器と重み付け受信情報信号系列演算器と重み付けレプリカ信号生成行列演算器と重み付けレプリカ信号系列演算器と減算器とを有する。)とN個の第2の復調器とを有するOFDM信号受信装置と、を備えるOFDM信号受信装置における、OFDM信号伝送方法であって、前記N個のバリエーション信号生成器が、入力されたN系統(Nは2以上の整数)の送信情報信号系列のそれぞれに対して、既知のバリエーション信号系列を生成するステップと、前記N個のバリエーション信号多重化器が、前記N系統の送信情報信号系列と前記N個のバリエーション信号生成器が生成する既知のバリエーション信号系列とを多重化するステップと、前記N個のOFDM変調器が、前記N個のバリエーション信号多重化器が出力する信号系列に対して変調と逆高速フーリエ変換を行うステップと、前記N本の送信アンテナが、前記N個のOFDM変調器が出力する信号系列(以下、OFDM変調器が出力する信号系列を「送信OFDM信号系列」という。)を同一周波数で送信するステップと、前記N本の受信アンテナが、前記N本の送信アンテナから送信される空間において相互干渉した信号系列(以下、「受信OFDM信号系列」という。)が受信するステップと、前記N個の高速フーリエ変換器が、前記N本の受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列に対し高速フーリエ変換を行うステップと、前記サブキャリア伝送係数行列演算器が、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列に含まれる受信バリエーション信号系列を入力され、該受信バリエーション信号系列の受信振幅および位相と、前記既知のバリエーション信号の振幅および位相とを用いて、伝送係数行列(伝送係数行列は、前記各送信アンテナと前記各受信アンテナとの間の各サブキャリアの伝送係数を各要素とする。)と、その逆行列である伝送係数逆行列とを演算して記憶するステップと、前記サブキャリア干渉キャンセラが、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する各サブキャリアの信号系列と、前記サブキャリア伝送係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝送係数逆行列との積を演算し、前記各受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列の前記相互干渉の成分をキャンセルするステップと、前記N個の第1の復調器が、前記サブキャリア干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列の信号判定を行うステップと、前記N個の再変調器が、前記N個の第1の復調器が出力する判定結果に対して前記OFDM変調器における変調と同一の変調方式で変調を行うステップと、前記N個の遅延発生器が、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列を入力され、該信号系列を、前記サブキャリア干渉キャンセラから前記再変調器までの処理時間遅延させた出力するステップと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラと前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列と前記N個の再変調器が出力するN系統の信号系列と前記サブキャリア伝送係数行列演算器が出力する

46

伝係数行列とを入力されるステップと、前記サブキャリア重み付けレブリカ重み付け干渉キャンセラの重み付け受信情報信号系列行演算器が、前記サブキャリア伝係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝係数行列を用いて重み付け受信情報信号系列行列を演算するステップと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラの重み付け受信情報信号系列演算器が、前記重み付け受信情報信号系列行列演算器が出力する重み付け受信情報信号系列行列と前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列とを用いて重み付け受信情報信号系列行列を演算するステップと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラの重み付けレブリカ生成行演算器が、前記サブキャリア伝係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝係数行列を用いて、重み付けされたレブリカ（レブリカ）と、受信情報信号系列における前記相互干渉の成分の複製をいう。）を生成するための重み付けレブリカ生成行列を演算するステップと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラの重み付けレブリカ信号系列演算器が、前記重み付けレブリカ生成行演算器が出力する重み付けレブリカ生成行列と前記N個の内変調器が出力する信号系列とを用いて重み付けレブリカ信号系列を演算するステップと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラの減算器が、前記重み付け受信情報信号系列演算器が出力する重み付け受信情報信号系列から、前記重み付けレブリカ信号系列演算器が出力する重み付けレブリカ信号系列を減算することにより、前記重み付けされた受信情報信号系列から重み付けされた前記相互干渉の成分を除去するステップと、前記N個の第2の復調器が、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列を復調するステップと、を有することを特徴とするOFDM信号伝送方法である。

【0073】請求項29に記載の発明は、前記重み付け受信情報信号系列行列は、前記サブキャリアは伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列の共役転置行列であり、前記重み付けレプリカ生成行列は、前記サブキャリアは伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列と当該伝達係数行列の共役転置行列とを乗算した結果である各行列に対して、非対角成分が全て同一で、かつ、対角成分が全て0となる行列である、ことを特徴とする請求項28に記載のOFDM信号伝送方法である。

【0074】請求項30に記載の発明は、N個のパイロット信号生成器とN個のパイロット信号多重化器とのOFDM信号生成器とN個の送信アンテナとを有するOFDM信号送信装置と、N本の受信アンテナとN個の高電力変換器とサブキャリア変数周波数利得調整器とサブキャリア干渉キャンセラとN個の第1の復調器とN個の再変調器とN個の遅延発生器とサブキャリア重み付け干渉キャンセラ（サブキャリア干渉重み付け干渉キャンセラ）は、受信信号（信号利得調整）と受信信号利得調整と

レプリカ信号行列演算器と減算器とレプリカ減算後重み付け行列演算器とレプリカ減算後重み付け信号系列演算器とを有する。)とN個の第2の復調器とを有するOFDM信号受信装置と、を備えるOFDM信号受信装置における、OFDM信号伝送方法であって、前記N個のパイロット信号生成器が、入力されたN系統(Nは2以上の整数)の送信情報信号系列のそれぞれに対して、既知のパイロット信号系列を生成するステップと、前記N個のパイロット信号多重化器が、前記N系統の送信情報信号系列と前記N個のパイロット信号生成器が生成する既知のパイロット信号系列とを多重化するステップと、前記N個のOFDM変調器が、前記N個のパイロット信号多重化器が出力する信号系列に対して変調と逆高速フーリエ変換を行うステップと、前記N本の送信アンテナが、前記N個のOFDM変調器が出力する信号系列(以下、「OFDM変調器が出力する信号系列を「送信OFDM信号系列」という。))を同一周波数で送信するステップと、前記N本の受信アンテナが、前記N本の送信アンテナから送信された空間において相互干渉した信号系列(以下、「受信OFDM信号系列」という。))が受信するステップと、前記N個の高速フーリエ変換器が、前記N本の受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列に対し高速フーリエ変換を行うステップと、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列に含まれる受信パイロット信号系列を入力され、該受信パイロット信号系列の受信振幅および位相と、前記既知のパイロット信号の振幅および位相とを用いて、伝達係数行列(伝達係数行列は、前記各送信アンテナと前記各受信アンテナとの間の各サブキャリアの伝達係数を各要素とする。)と、その逆行列である伝達係数逆行列とを演算して記憶するステップと、前記サブキャリア干渉キャンセラが、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する各サブキャリアの信号系列と、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数逆行列との積を演算し、前記各受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列の前記相互干渉の成分をキャンセルするステップと、前記N個の第1の復調器が、前記サブキャリア干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列の信号判定を行うステップと、前記N個の再変調器が、前記N個の第1の復調器が出力する判定結果に対して前記OFDM変調器における変調と同一の変調方式で変調を行うステップと、前記N個の遅延発生器が、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列を入力され、該信号系列を、前記サブキャリア干渉キャンセラから前記再変調器までの処理時間遅延させて出力するステップと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラが、前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列と前記N個の再変調器が出力するN系統の信号系列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する伝達係数行列とを入力されるステップと、前

記サブキャリア重み付け干渉キャンセラの受信情報信号行列演算器が、前記N個の遅延発生器が出力する信号系列を用いて受信情報信号行列を演算するステップと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラの再変調信号行列演算器が、前記N個の再変調器が出力する信号系列を用いて再変調信号行列を演算するステップと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラのレプリカ信号行列演算器が、前記再変調信号行列演算器が出力する再変調信号行列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列とを用いて、重み付けられたレプリカ(「レプリカ」とは、受信情報信号系列における前記相互干渉の成分の複製をいう。)を生成するためのレプリカ信号行列を演算するステップと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラの減算器が、前記受信情報信号行列演算器が出力する受信情報信号行列から、前記レプリカ信号行列演算器が出力するレプリカ信号行列を減算することにより、受信情報信号行列から前記相互干渉の成分が除去されたレプリカ減算後信号行列を演算するステップと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラのレプリカ減算後重み付け行列演算器が、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列を用いてレプリカ減算後重み付け行列を演算するステップと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラのレプリカ減算後重み付け信号系列演算器が、前記レプリカ減算後重み付け行列演算器が出力するレプリカ減算後重み付け行列と前記減算器が出力するレプリカ減算後信号行列とを用いてレプリカ減算後重み付け信号系列を出力するステップと、前記N個の第2の復調器が、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列を復調するステップと、を有することを特徴とするOFDM信号伝送方法である。

【0075】請求項31に記載の発明は、前記レプリカ減算後重み付け行列は、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列の対角成分行列であることを特徴とする請求項30に記載のOFDM信号伝送装置である。

【0076】請求項32に記載の発明は、N個の第1の誤り訂正符号器とN個の第1のインターリーブとN個のパイロット信号生成器とN個のパイロット信号多重化器とN個のOFDM変調器とN本の送信アンテナとを有するOFDM信号送信装置と、N本の受信アンテナとN個の高速フーリエ変換器とサブキャリア伝達係数行列演算器とキャンセルするサブキャリア干渉キャンセラとN個の第1の復調器とN個の第1のデインターリーブとN個の第1の誤り訂正復号器とN個の第2の誤り訂正符号器とN個の第2のインターリーブとN個の再変調器とN個の遅延発生器とサブキャリア重み付け干渉キャンセラとN個の第2の復調器とN個の第2のデインターリーブとN個の第2の誤り訂正復号器とを有するOFDM信号受信装置と、

を備えることを特徴とするOFDM信号伝送装置における、OFDM信号伝送方法であって、前記N個の第1の誤り訂正符号器が、入力されたN系統（Nは2以上の整数）の送信情報信号系列のそれぞれに対して誤り訂正符号化を行うステップと、前記N個の第1のインタリーブが、前記N個の第1の誤り訂正符号器が出力する信号系列に対してインタリーブを行うステップと、前記N個のパイロット信号生成器が、既知のパイロット信号系列を生成するステップと、前記N個のパイロット信号多重化器が、前記N個の第1のインタリーブが出力する信号系列と前記N個のパイロット信号生成器が生成するN個の既知のパイロット信号系列とを多重化するステップと、前記N個のOFDM変調器が、前記N個のパイロット信号多重化器が出力する信号系列に対して、変調と逆高速フーリエ変換を行うステップと、前記N本の送信アンテナが、前記N個のOFDM変調器が出力する信号系列（以下、OFDM変調器が出力する信号系列を「送信OFDM信号系列」という。）を同一周波数で送信するステップと、前記N本の受信アンテナが、前記N本の送信アンテナから送信された空間において相互干渉した信号系列（以下、「受信OFDM信号系列」という。）を受信するステップと、前記N個の高速フーリエ変換器が、前記N本の受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列に対して高速フーリエ変換を行うステップと、前記サブキャリア伝送係数行列演算器が、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列に含まれる受信パイロット信号系列を入力され、該受信パイロット信号の受信振幅および位相と、前記既知のパイロット信号の振幅および位相を用いて、伝送係数行列（伝送係数行列は、前記各送信アンテナと前記各受信アンテナとの間の各サブキャリアの伝送係数を各要素とする。）と、その逆行列である伝送係数逆行列とを演算して記憶するステップと、前記サブキャリア干渉キャンセラが、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する各サブキャリアの信号系列と前記サブキャリア伝送係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝送係数逆行列との積を演算し、前記各受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列の前記相互干渉の成分をキャンセルするステップと、前記N個の第1の復調器が、前記サブキャリア干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列の復調を行うステップと、前記N個の第1のデインタリーブが、前記N個の第1の復調器が出力する信号系列に対しデインタリーブを行うステップと、前記N個の第1の誤り訂正復号器が、前記N個の第1のデインタリーブが出力する信号系列に対し誤り訂正復号を行うステップと、前記N個の第2の誤り訂正復号器が、前記N個の第1の誤り訂正復号器の出力に対し、第1の誤り訂正復号器と同一の誤り訂正復号化を行うステップと、前記N個の第2のインタリーブが、前記N個の第2の誤り訂正復号器の出力に対し、第1のインタリーブと同一のインタリーブを行うステップと、前記

N個の再変調器が、前記N個の第2のインタリーブが出力する信号系列に対して前記OFDM変調器における変調と同一の変調方式で変調を行うステップと、前記N個の遅延発生器が、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列を入力され、該信号系列を、前記サブキャリア干渉キャンセラから前記再変調器までの処理時間遅延させて出力するステップと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラが、前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列と前記N個の再変調器が出力するN系統の信号系列と前記サブキャリア伝送係数行列演算器が出力する伝送係数行列とを入力され、前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列に対して、前記相互干渉の成分の除去および重み付け加算を行うステップと、前記N個の第2の復調器が、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列を復調するステップと、前記N個の第2のデインタリーブが、前記N個の第2の復調器が出力する信号系列に対しデインタリーブを行うステップと、前記N個の第2の誤り訂正復号器が、前記N個の第2のデインタリーブが出力する信号系列に対し誤り訂正復号化を行うステップと、を有することを特徴とするOFDM信号伝送方法である。

【0077】請求項33に記載の発明は、N個の第1の誤り訂正符号器とN個の第1のインタリーブとN個のパイロット信号生成器N個のパイロット信号多重化器とN個のOFDM変調器とN本の送信アンテナとを有するOFDM信号送信装置と、N本の受信アンテナとN個の高速フーリエ変換器とサブキャリア伝送係数行列演算器とキャンセルするサブキャリア干渉キャンセラとN個の第1の復調器とN個の第1のデインタリーブとN個の第1の誤り訂正復号器とN個の第2の誤り訂正符号器とN個の第2のインタリーブとN個の再変調器とN個の遅延発生器とサブキャリア重み付け干渉キャンセラ（サブキャリア重み付け干渉キャンセラは、重み付け受信情報信号系列行列演算器と重み付け受信情報信号系列演算器と重み付けレプリカ生成行列演算器と重み付けレプリカ信号系列演算器と減算器とを有する。）とN個の第2の復調器とN個の第2のデインタリーブとN個の第2の誤り訂正復号器とを有するOFDM信号受信装置と、を備えるOFDM信号伝送装置における、OFDM信号伝送方法であって、前記N個の第1の誤り訂正符号器が、入力されたN系統（Nは2以上の整数）の送信情報信号系列のそれぞれに対して誤り訂正符号化を行うステップと、前記N個の第1のインタリーブが、前記N個の第1の誤り訂正符号器が出力する信号系列に対してインタリーブを行うステップと、前記N個のパイロット信号生成器が、既知のパイロット信号系列を生成するステップと、前記N個のパイロット信号多重化器が、前記N個の第1のインタリーブが出力する信号系列と前記N個のパイロット信号生成器が生成するN個の既知のパイロット信号系列とを多重化するステップと、前記N個のOFDM変調器

が、前記N個のパイロット信号多重化器が出力する信号系列に対して、変調と逆高速フーリエ変換を行うステップと、前記N本の送信アンテナが、前記N個のOFDM変調器が出力する信号系列（以下、OFDM変調器が出力する信号系列を「送信OFDM信号系列」という。）を同一周波数で送信するステップと、前記N本の受信アンテナが、前記N本の送信アンテナから送信され空間において相互干渉した信号系列（以下、「受信OFDM信号系列」という。）を受信するステップと、前記N個の高速フーリエ変換器が、前記N本の受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列に対して高速フーリエ変換を行うステップと、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列に含まれる受信パイロット信号系列を入力され、該受信パイロット信号の受信振幅および位相と、前記既知のパイロット信号の振幅および位相を用いて、伝達係数行列（伝達係数行列は、前記各送信アンテナと前記各受信アンテナとの間の各サブキャリアの伝達係数を各要素とする。）と、その逆行列である伝達係数逆行列とを演算して記憶するステップと、前記サブキャリア干渉キャンセラが、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する各サブキャリアの信号系列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数逆行列との積を演算し、前記各受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列の前記相互干渉の成分をキャンセルするステップと、前記N個の第1の復調器が、前記サブキャリア干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列の復調を行うステップと、前記N個の第1のデインタリーバが、前記N個の第1の復調器が出力する信号系列に対しデインタリーブを行うステップと、前記N個の第1の誤り訂正復号器が、前記N個の第1のデインタリーバが出力する信号系列に対し誤り訂正復号を行うステップと、前記N個の第2の誤り訂正復号器の出力に対し、第1の誤り訂正符号器と同一の誤り訂正符号化を行うステップと、前記N個の第2のインタリーバが、前記N個の第2の誤り訂正符号器の出力に対し、第1のインタリーバと同一のインタリーブを行うステップと、前記N個の再変調器が、前記N個の第2のインタリーバが出力する信号系列に対して前記OFDM変調器における変調と同一の変調方式で変調を行うステップと、前記N個の遅延発生器が、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列を入力され、該信号系列を、前記サブキャリア干渉キャンセラから前記再変調器までの処理時間遅延させて出力するステップと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラが、前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列と前記N個のOFDM変調器が出力するN系統の信号系列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する伝達係数行列とを入力されるステップと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラの重み付け受信情報信号系列行列演算器

が、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列を用いて重み付け受信情報信号系列行列を演算するステップと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラの重み付け受信情報信号系列演算器が、前記重み付け受信情報信号系列行列演算器が出力する重み付け受信情報信号系列行列と前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列とを用いて重み付け受信情報信号系列を演算するステップと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラの重み付けレプリカ生成行列演算器が、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列を用いて、重み付けられたレプリカ（「レプリカ」とは、受信情報信号系列における前記相互干渉の成分の複製をいう。）を生成するための重み付けレプリカ生成行列を演算するステップと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラの重み付けレプリカ信号系列演算器が、前記重み付けレプリカ生成行列と前記N個の再変調器が出力する信号系列とを用いて重み付けレプリカ信号系列を演算するステップと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラの減算器が、前記重み付け受信情報信号系列演算器が出力する重み付け受信情報信号系列の値から、前記重み付けレプリカ信号系列を減算器が出力する重み付けレプリカ信号系列の値を演算することにより、前記重み付けされた受信情報信号系列から重み付けされた相互干渉成分を除去するステップと、前記N個の第2の復調器が、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列を復調するステップと、前記N個の第2のデインタリーバが、前記N個の第2の復調器が出力する信号系列に対しデインタリーブを行うステップと、前記N個の第2の誤り訂正復号器が、前記N個の第2のデインタリーバが出力する信号系列に対し誤り訂正復号を行うステップと、を有することを特徴とするOFDM信号伝送方法である。

【0078】請求項34に記載の発明は、前記重み付け受信情報信号系列行列は、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列の共役転置行列であり、前記重み付けレプリカ生成行列は、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列と当該伝達係数行列の共役転置行列とを乗算した結果である行列に対して、非対角成分が全て0で、かつ、対角成分が全て0である行列である。ことを特徴とする請求項33に記載のOFDM信号伝送装置である。

【0079】請求項35に記載の発明は、N個の第1の誤り訂正符号器とN個の第1のインタリーバとN個のパイロット信号生成器とN個のパイロット信号多重化器とN個のOFDM変調器とN本の送信アンテナとを有するOFDM信号送信装置と、N本の受信アンテナとN個の高速フーリエ変換器とサブキャリア伝達係数行列演算器とキャンセルするサブキャリア干渉キャンセラとN個の第

1の復調器とN個の第1のデインタリーバとN個の第1の誤り訂正復号器とN個の第2の誤り訂正符号器とN個の第2のインタリーバとN個の再変調器とN個の遅延発生器とサブキャリア重み付け干渉キャンセラ(サブキャリア重み付け干渉キャンセラは、受信情報信号行列演算器と再変調信号行列演算器とレプリカ信号行列演算器とレプリカ減算後信号行列を演算する減算器とレプリカ減算後重み付け行列演算器とレプリカ減算後重み付け信号系列演算器とを有する。)とN個の第2の復調器とN個の第2のデインタリーバとN個の第2の誤り訂正復号器とを有するOFDM信号受信装置と、を備えるOFDM信号伝送装置における、OFDM信号伝送方法であって、前記N個の第1の誤り訂正符号器が、入力されたN系統(Nは2以上の整数)の送信情報信号系列のそれぞれに対して誤り訂正符号化を行うステップと、前記N個の第1のインタリーバが、前記N個の第1の誤り訂正符号器が出力する信号系列に対してインタリーブを行うステップと、前記N個のパイロット信号生成器が、既知のパイロット信号系列を生成するステップと、前記N個のパイロット信号多重化器が、前記N個の第1のインタリーバが出力する信号系列と前記N個のパイロット信号生成器が生成するN個の既知のパイロット信号系列とを多重化するステップと、前記N個のOFDM変調器が、前記N個のパイロット信号多重化器が出力する信号系列に対して、変調と逆高速フーリエ変換とを行うステップと、前記N本の送信アンテナが、前記N個のOFDM変調器が出力する信号系列(以下、OFDM変調器が出力する信号系列を「送信OFDM信号系列」という。)を同一周波数で送信するステップと、前記N本の受信アンテナが、前記N本の送信アンテナから送信される空間において相互干渉した信号系列(以下、「受信OFDM信号系列」という。)を受信するステップと、前記N個の高速フーリエ変換器が、前記N本の受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列に対して高速フーリエ変換を行うステップと、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列に含まれる受信パイロット信号系列を入力され、該受信パイロット信号の受信振幅および位相と、前記既知のパイロット信号の振幅および位相とを用いて、伝達係数行列(伝達係数行列は、前記各送信アンテナと前記各受信アンテナとの間の各サブキャリアの伝達係数を各要素とする。)と、その逆行列である伝達係数逆行列とを演算して記憶するステップと、前記サブキャリア干渉キャンセラが、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する各サブキャリアの信号系列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数逆行列との積を演算し、前記各受信アンテナで受信された受信OFDM信号系列の前記相互干渉の成分をキャンセルするステップと、前記N個の第1の復調器が、前記サブキャリア干渉キャンセラが出力するN系統の信号系列の復調を

行うステップと、前記N個の第1のデインタリーバが、前記N個の第1の復調器が出力する信号系列に対しデインタリーブを行うステップと、前記N個の第1の誤り訂正復号器が、前記N個の第1のデインタリーバが出力する信号系列に対し誤り訂正復号化を行うステップと、前記N個の第2の誤り訂正符号器が、前記N個の第1の誤り訂正復号器の出力に対し、第1の誤り訂正符号器と同一の誤り訂正符号化を行うステップと、前記N個の第2のインタリーバが、前記N個の第2の誤り訂正符号器の出力に対し、第1のインタリーバと同一のインタリーブを行うステップと、前記N個の再変調器が、前記N個の第2のインタリーバが出力する信号系列に対して前記OFDM変調器における変調と同一の変調方式で変調を行うステップと、前記N個の遅延発生器が、前記N個の高速フーリエ変換器が出力する信号系列を入力され、該信号系列を、前記サブキャリア干渉キャンセラから前記再変調器までの処理時間遅延させて出力するステップと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラが、前記N個の遅延発生器が出力するN系統の信号系列と前記N個の再変調器が出力するN系統の信号系列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する伝達係数行列とを入力されるステップと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラの受信情報信号行列演算器が、前記N個の遅延発生器が出力する信号系列を用いて受信情報信号行列を演算するステップと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラの再変調信号行列演算器前記N個の再変調器が出力する信号系列を用いて再変調信号行列を演算するステップと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラのレプリカ信号行列演算器が、前記再変調信号行列演算器が出力する再変調信号行列と前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列とを用いて、重み付けられたレプリカ(「レプリカ」とは、受信情報信号系列における前記相互干渉の成分の複製をいう。)を生成するためのレプリカ信号行列を演算するステップと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラの減算器が、前記受信情報信号行列演算器が出力するレプリカ信号行列を減算することにより、受信情報信号行列から前記相互干渉の成分が除去されたレプリカ減算後信号行列を演算するステップと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラのレプリカ減算後重み付け行列演算器が、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列を用いてレプリカ減算後重み付け行列を演算するステップと、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラのレプリカ減算後重み付け信号系列演算器が、前記レプリカ減算後重み付け行列演算器が出力するレプリカ減算後重み付け行列と前記減算器が出力するレプリカ減算後信号行列とを用いてレプリカ減算後重み付け信号系列を出力するステップと、前記N個の第2の復調器が、前記サブキャリア重み付け干

涉キャンセラが出力するN系統の信号系列を復調するステップと、前記N個の第2のデインタリーバが、前記N個の第2の復調器が出力する信号系列に対しデインタリーブを行うステップと、前記N個の第2の誤り訂正復号器が、前記N個の第2のデインタリーバが出力する信号系列に対し誤り訂正復号を行うステップと、を有することを特徴とするOFDM信号伝送方法である。

【0080】請求項36に記載の発明は、前記レプリカ減算後重み付け行列は、前記サブキャリア伝達係数行列演算器が出力する各サブキャリアの伝達係数行列の共役転置行列であることを特徴とする請求項35に記載のOFDM信号伝送装置である。

【0081】請求項37に記載の発明は、前記第1の誤り訂正符号器および前記第2の誤り訂正符号器の符号化方式は、ともに同一の畳込み符号化方式であり、前記第1の誤り訂正復号器の復号化方式は、隣値復号であり、前記第2の誤り訂正復号器の復号化方式は、最尤復号である、ことを特徴とする請求項32～請求項36までのいずれか1項に記載のOFDM信号伝送方法である。

【0082】請求項38に記載の発明は、前記第1の誤り訂正符号器および前記第2の誤り訂正符号器の符号化方式は、ともに同一の畳込み符号化方式であり、前記第1の誤り訂正復号器の復号化方式は、前記第2の誤り訂正復号器よりもバスマモリ長が短いビタビ復号であり、前記第2の誤り訂正復号器の復号化方式は、前記第1の誤り訂正復号器よりもバスマモリ長が長いビタビ復号であることを特徴とする請求項32～請求項36までのいずれか1項に記載のOFDM信号伝送方法である。

【0083】請求項39に記載の発明は、前記第1の誤り訂正符号器および前記第2の誤り訂正符号器の符号化方式は、ともに同一のターボ符号化方式であり、前記第1の誤り訂正復号器の復号化方式は、前記第2の誤り訂正復号器よりも繰り返し復号処理回数が少ないターボ復号であり、前記第2の誤り訂正復号器の復号化方式は、前記第1の誤り訂正復号器よりも繰り返し復号処理回数が多いターボ復号である、ことを特徴とする請求項32～請求項36までのいずれか1項に記載のOFDM信号伝送方法である。

【0084】本発明において、OFDM受信装置は、伝達係数逆行列を用いて干渉キャンセルを行った後、一度復調した信号系列をOFDM送信装置における変調方式と同一の変調方式で再変調する。あるいは、一度誤り訂正復号化した信号系列に対し、OFDM送信装置における変調方式と同一の誤り訂正符号化を行った後、この誤り訂正符号化した信号系列をOFDM送信装置における変調方式と同一の変調方式で再変調する。また、本発明において、OFDM受信装置は、伝達係数逆行列とともに伝達係数行列を演算する。

【0085】本発明において、OFDM受信装置は、重み付け干渉キャンセラを有し、この重み付け干渉キャン

セラは、変調後の信号系列に対して、それぞれ伝達係数行列から演算した行列で重み付けを行った後から、この重み付けされた受信情報信号系列から、重み付けされた再変調後の信号系列に基づいて演算した相互干渉の成分のレプリカを差し引き、相互干渉の成分を除く。

【0086】また、本発明によれば、重み付け干渉キャンセラは、再変調後の信号系列から伝達係数行列を用いて相互干渉の成分のレプリカを演算し、受信情報信号系列から該相互干渉成分のレプリカを差し引き、受信情報信号系列からレプリカを差し引いた後の信号系列に対して、伝達係数行列を用いた重み付けを行う。

【0087】これによって、該相互干渉の成分除後の信号系列の平均SNRを、伝達係数やAWGN成分の分布の条件が同一である場合において、従来方式のOFDM信号伝送装置におけるサブキャリア干渉キャンセル後の受信情報信号系列の平均SNRよりも高い値で得ることができる。

【0088】【発明の実施の形態】以下に添付図面を参照して、本発明の好適な実施の形態を詳細に説明する。

(第1の実施の形態)図1は、本発明の第1の実施の形態を示す図である。図1に示すように、第1の実施の形態におけるOFDM信号伝送装置は、OFDM信号送信装置1とOFDM信号受信装置2とを備えている。

【0089】OFDM信号送信装置1において、パイロット信号多重化器1-2-1～1-2-Nは、OFDM信号送信装置1からOFDM信号受信装置2へ送信されるべきN系統(Nは2以上の整数)の送信情報信号系列と、パイロット信号生成器1-1-1～1-1-Nがそれぞれ発生させる既知のパイロット信号とを入力される。各パイロット信号多重化器は、入力された送信情報信号系列と既知のパイロット信号とを時間軸上において多重化し出力する。

【0090】OFDM信号送信装置1において、パイロット信号多重化器1-2-1～1-2-Nが出力する信号系列は、OFDM変調器1-3-1～1-3-Nへ入力される。各OFDM変調器は、入力されたパイロット信号多重化器の出力信号を変調し、逆高速フーリエ変換して出力する。

【0091】OFDM信号送信装置1において、OFDM変調器1-3-1～1-3-Nからそれぞれ出力された信号系列(以下、このOFDM変調器から出力される信号系列を「送信OFDM信号系列」という。)、送信アンテナ1-4-1～1-4-Nから、OFDM信号受信装置2に向けて、同一周波数帯において同時に送信される。

【0092】OFDM信号送信装置1の送信アンテナ1-4-1～1-4-Nからそれぞれ送信された送信OFDM信号系列は、空間において互いに干渉する(以下、この干渉した信号系列を「受信OFDM信号系列」とい

う。!

【0093】なお、OFDM信号送信装置1の送信アンテナ1-4-1~1-4-Nからそれぞれ送信される送信OFDM信号系列は、送信情報信号系列と既知のパイロット信号とが、時間軸上において多重化され、OFDM変調器において変調されたものである。

【0094】したがって、受信OFDM信号系列にも、情報信号系列と、既知のパイロット信号系列とが存在する。そこで、以下、受信OFDM信号系列における情報信号系列を受信情報信号系列とよぶ。また、受信OFDM信号系列における既知のパイロット信号系列を受信パイロット信号系列と呼ぶ。

【0095】受信OFDM信号系列は、OFDM信号受信装置2の受信アンテナ2-1-1~2-1-Nで受信される。受信アンテナ2-1-1~2-1-Nで受信された受信OFDM信号系列は、高速フーリエ変換器2-2-1~2-2-Nにそれぞれ入力され、高速フーリエ変換される。

【0096】高速フーリエ変換器2-2-1~2-2-Nが出力する受信OFDM信号系列においては、受信情報信号系列と受信パイロット信号系列とが多重化されており、この受信パイロット信号系列は、サブキャリア伝送係数行列演算器2-3に入力される。

【0097】サブキャリア伝送係数行列演算器2-3は、入力された受信パイロット信号系列と前記既知の送信パイロット信号とを用いて、上記従来のOFDM信号伝送装置と同様の方法で各サブキャリアの伝送係数行列および伝送係数逆行列を演算して記憶する。

【0098】サブキャリア干渉キャンセラ2-4は、高速フーリエ変換器2-2-1~2-2-Nが出力する受信OFDM信号系列における受信情報信号系列と、サブキャリア伝送係数行列演算器2-3が出力する各サブキャリアの伝送係数逆行列とを入力され、これら入力された受信情報信号系列と伝送係数逆行列とを乗算することによって、受信情報信号系列の相互干渉をキャンセルする。

【0099】第1の復調器2-6-1~2-6-Nでは、サブキャリア干渉キャンセラ2-4が出力する信号系列の信号判定を行う。再変調器2-7-1~2-7-Nでは、第1の復調器2-6-1~2-6-Nが出力する信号判定結果を前記OFDM変調器1-3-1~1-3-Nで行う変調方式と同一の変調方式で再変調する。

【0100】遅延発生器2-5-1~2-5-Nは、高速フーリエ変換器2-2-1~2-2-Nが出力する受信情報信号系列を入力され、この入力された受信情報信号系列をサブキャリア干渉キャンセラから前記再変調器までの処理時間だけ遅延させて出力する。

【0101】すなわち、遅延発生器2-5-1~2-5-Nは、高速フーリエ変換器2-2-1~2-2-Nが出力する受信情報信号系列と、再変調器2-7-1~2-

7-Nが出力する信号系列とがサブキャリア重み付け干渉キャンセラ2-8において同期するように、当該高速フーリエ変換器2-2-1~2-2-Nが出力する受信情報信号系列を遅延させる。

【0102】サブキャリア重み付け干渉キャンセラ2-8では、再変調器2-7-1~2-7-Nが出力する信号系列とサブキャリア伝送係数行列演算器2-3が出力する各サブキャリアの伝送係数行列とを用いて、遅延発生器2-5-1~2-5-Nが出力する受信情報信号系列の相互干渉の成分を除去する。

【0103】そして、第2の復調器2-9-1~2-9-Nでは、サブキャリア重み付け干渉キャンセラ2-8が出力する信号系列を復調する。

【0104】図3は、サブキャリア重み付け干渉キャンセラ2-8の第1構成例であるサブキャリア重み付け干渉キャンセラ2-8Aを示す図である。図3において、1番目のサブキャリアに着目すると、重み付け受信情報信号系列行列演算器2-8A-1は、前記サブキャリア伝送係数行列演算器2-3が出力する伝送係数行列 H^1 を用いて、重み付け受信情報信号系列行列 W を演算し出力する。

【0105】重み付け受信情報信号系列演算器2-8A-2では、重み付け受信情報信号系列行列演算器2-8A-1が出力する重み付け受信情報信号系列行列 W^1 と、前記遅延発生器2-5-1~2-5-Nが出力する信号系列 r^1 ($= r_1^1, r_2^1, \dots, r_N^1$) の O を用いて、重み付け受信情報信号系列 $r^1 \cdot W^1$ を演算し出力する。

【0106】重み付けレプリカ生成行列演算器2-8A-3では、前記サブキャリア伝送係数行列演算器2-3が出力する伝送係数行列 H^1 を用いて、重み付けレプリカ生成行列 ($H^1 \cdot W^1 \cdot G^1$) を演算し出力する。ここで、 G^1 は $H^1 \cdot W^1$ と全ての対角成分が同一である、かつ、全ての非対角成分が0である行列である。

【0107】重み付けレプリカ信号系列演算器2-8A-4は、重み付けレプリカ生成行列演算器2-8A-3が出力する重み付けレプリカ生成行列 ($H^1 \cdot W^1 \cdot G^1$) と前記再変調器2-7-1~2-7-Nが出力する信号系列 (数14) とを用いて、

【数108】

【数14】

$$\hat{t}^i = (\hat{t}_1^i \quad \hat{t}_2^i \quad \dots \quad \hat{t}_N^i)$$

重み付けレプリカ信号系列 $\cdot (H^1 \cdot W^1 \cdot G^1)$ を演算し出力する。減算器2-8A-5では、重み付け受信情報信号系列演算器2-8A-2が出力する重み付け受信情報信号系列の値から、重み付けレプリカ信号系列演算器2-8A-4が出力する重み付けレプリカ信号系列の値を減算して、相互干渉除去後の信号系列 v^1 ($= (v_1$

$(v_1^i \cdots v_N^i)$ を出力する。このとき v^i は次の式 * 【0109】
で表される。 * 【数15】

$$v^i = r^i \cdot W^i - \hat{t}^i \cdot (H^i \cdot W^i - G^i)$$

図4は、サブキャリア重み付け干渉キャンセラ2-8の第2の構成例であるサブキャリア重み付け干渉キャンセラ2-8Bを示す図である。

【0110】図4においても、図3と同様にi番目のサブキャリアに着目すると、サブキャリア重み付け干渉キャンセラ2-8Bは、受信情報信号行列演算器2-8B-1で、遅延発生器2-5-1~2-5-Nが出力する

受信情報信号系列を用いて受信情報信号行列

【0111】

【数16】

$$R^i = \begin{pmatrix} r^i \\ r^i \\ \vdots \\ r^i \end{pmatrix}$$

20

$$\hat{T}^i = \begin{pmatrix} 0 & \hat{t}_2^i & \cdots & \cdots & \hat{t}_N^i \\ \hat{t}_1^i & 0 & \hat{t}_3^i & \cdots & \hat{t}_N^i \\ \vdots & \hat{t}_2^i & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \hat{t}_N^i \\ \hat{t}_1^i & \hat{t}_2^i & \cdots & \hat{t}_{N-1}^i & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \hat{t}^i \\ \hat{t}^i \\ \vdots \\ \vdots \\ \hat{t}^i \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \hat{t}_1^i & 0 & \cdots & \cdots & 0 \\ 0 & \hat{t}_2^i & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & 0 & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & \cdots & 0 & \hat{t}_N^i \end{pmatrix}$$

を演算する。

【0114】レプリカ信号行列演算器2-8B-3では、再変調信号行列演算器2-8B-2が出力する再変調信号行列(数18)と、

【0115】

【数18】

$$\hat{T}^i$$

サブキャリア伝達係数行列演算器2-3が出力する伝達係数行列 H^i を用いて、レプリカ信号行列(数19)を演算する。

【0116】

【数19】

$$\hat{T}^i \cdot H^i$$

減算器2-8B-4は、受信情報信号行列演算器2-8B-1が出力する受信情報信号行列 R^i から、レプリカ信号行列演算器が出力するレプリカ信号行列(数19)を減算して、レプリカ減算後信号行列 X^i を(数20)

※を演算する。

【0112】再変調信号行列演算器2-8B-2では、前記再変調器2-7-1~2-7-Nが出力する信号系列を用いて、再変調信号行列

【0113】

【数17】

により演算する。

【0117】

【数20】

$$X^i = R^i - \hat{T}^i \cdot H^i$$

レプリカ減算後重み付け信号系列演算器2-8B-5は、サブキャリア伝達係数行列演算器2-3が出力する伝達係数行列 H^i を用いてレプリカ減算後重み付け行列 Y^i を演算し出力する。

【0118】レプリカ減算後重み付け信号系列演算器2-8B-6は、レプリカ減算後重み付け行列 Y^i と減算器4-8B-4が出力するレプリカ減算後信号行列 X^i を用いてレプリカ減算後重み付け信号系列 u を出力する。

【0119】このとき X^i を行ベクトル x^i ($1 \leq i \leq N$)を用いて、また、 Y^i を列ベクトル y^i ($1 \leq k \leq N$)を用いて次のように表すと、

【0120】

50

【数 2 1】

$$\mathbf{X}^i = \begin{pmatrix} \mathbf{x}_1^i \\ \mathbf{x}_2^i \\ \vdots \\ \mathbf{x}_N^i \end{pmatrix}, \quad \mathbf{Y}^i = (\mathbf{y}_1^{iT} \quad \mathbf{y}_2^{iT} \quad \cdots \quad \mathbf{y}_N^{iT})$$

* \mathbf{u}^i は (数 2 2) で表される。

【0 1 2 1】

【数 2 2】

$$\mathbf{u}^i = \left((\mathbf{x}_1^i, \mathbf{y}_1^i) \quad (\mathbf{x}_2^i, \mathbf{y}_2^i) \quad \cdots \quad (\mathbf{x}_N^i, \mathbf{y}_N^i) \right)$$

ただし \mathbf{x}^i は、(数 1 6) ~ (数 2 1) より、次の式で得られる。

【0 1 2 2】

【数 2 3】

$$\begin{aligned} \mathbf{x}_i^i &= \mathbf{r}^i - \hat{\mathbf{t}}^i - (0 \quad \cdots \quad 0 \quad i_i^i \quad 0 \quad \cdots \quad 0) \mathbf{H}^i \\ &= \mathbf{r}^i - \mathbf{H}^i - \hat{\mathbf{t}}^i - \mathbf{H}^i + i_i^i \mathbf{h}_i^i \end{aligned}$$

※ される。

【0 1 2 5】

【数 2 6】

$$\mathbf{u}^i = \mathbf{r}^i \cdot \mathbf{Y}^i - \hat{\mathbf{t}}^i (\mathbf{H}^i \cdot \mathbf{Y}^i - \mathbf{F}^i)$$

ここで

【0 1 2 3】

【数 2 4】

$$\mathbf{h}_j^i = (h_{j,1}^i \quad h_{j,2}^i \quad \cdots \quad h_{j,N}^i)$$

である。したがって、 $(\mathbf{x}_1^i, \mathbf{y}_1^i)$ は (数 2 5) で表される。

【0 1 2 4】

【数 2 5】

$$(\mathbf{x}_j^i, \mathbf{y}_j^i) = (\mathbf{r}^i - \mathbf{H}^i, \mathbf{y}_j^i) - (\hat{\mathbf{t}}^i - \mathbf{H}^i, \mathbf{y}_j^i) + i_j^i \cdot (\mathbf{h}_j^i, \mathbf{y}_j^i)$$

\mathbf{u}^i は (数 2 3)、(数 2 5) を用いて、次の式で表さ ※30

$$\mathbf{W}^i = \begin{pmatrix} w_{1,1}^i & w_{2,1}^i & \cdots & w_{N,1}^i \\ w_{1,2}^i & w_{2,2}^i & \cdots & w_{N,2}^i \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{1,N}^i & w_{2,N}^i & \cdots & w_{N,N}^i \end{pmatrix}$$

とすると、 \mathbf{G}^i は (数 2 8) のように表すことができる。

【0 1 2 9】

【数 2 8】

$$\mathbf{G}^i = \begin{pmatrix} \sum_{j=1}^N h_{1,j}^i w_{1,j}^i & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \sum_{j=1}^N h_{2,j}^i w_{2,j}^i & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & 0 & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & 0 & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & \cdots & 0 & \sum_{j=1}^N h_{N,j}^i w_{N,j}^i \end{pmatrix}$$

40 ここで再変調後の信号系列

【0 1 3 0】

【数 2 9】

 $\hat{\mathbf{t}}^i$

と逆高速フーリエ変換前の送信情報信号系列 \mathbf{t}^i が完全に一致すると仮定すると、(数 1 5) は次のように表される。

【0 1 3 1】

【数 3 0】

63

$$\mathbf{v}' = \mathbf{r}' \cdot \mathbf{W}' - \mathbf{r}' \cdot (\mathbf{H}' \cdot \mathbf{W}' - \mathbf{G}') = (\mathbf{r}' - \mathbf{r}' \cdot \mathbf{H}') \cdot \mathbf{W}' + \mathbf{r}' \cdot \mathbf{G}' \\ = \mathbf{r}' \cdot \mathbf{G}' + \mathbf{n}' \cdot \mathbf{W}' \quad (\text{【数8】})$$

ここで $\mathbf{n}' (= n'_1, n'_2, \dots, n'_N)$ は受信情報信号系列 \mathbf{r}' に含まれる AWGN 成分である。(数30)より、信号系列 \mathbf{v}' においては相互干渉の成分が除去されていることがわかる。

【0132】ここで、 $(N \times N)$ 個の伝達係数 $h_{k,j}$ ($1 \leq m \leq N, 1 \leq n \leq N$) は、それぞれ統計的に*

64

* 独立であり、その位相が一様分布しており、同じく振幅がレイリー分布で平均値が $|h|$ とする。

【0133】また、 N 個の AWGN 成分 n'_k ($1 \leq k \leq N$) は、それぞれ統計的に独立であり、 σ^2 を分散値とする複素ガウス分布をとるとする。すると、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラ 2-8A の出力信号 \mathbf{v}' の平均 SNR は (数31) で表される。

【0134】

【数31】

$$\left(\frac{S}{N} \right)_{v'_k} = \frac{\left(\sum_{j=1}^N h_{k,j}^i w_{k,j}^i \right)^2}{\left(\sum_{j=1}^N (w_{k,j}^i n_j^i)^2 \right)} \cdot \overline{|t_k|^2}$$

上式より、 v'_k の平均 SNR がとりうる最大の値になるためには、

【0135】

【数32】

$$w_{k,j}^i = h_{k,j}^i$$

となることが必要である。これは

【0136】

$$\left(\frac{S}{N} \right)_{v'_k} = \frac{\left(\sum_{j=1}^N |h_{k,j}^i|^2 \right)^2}{\left(\sum_{j=1}^N (|h_{k,j}^i| |n_j^i|)^2 \right)} \cdot \overline{|t_k|^2} = \frac{\left(\sum_{j=1}^N |h_{k,j}^i|^2 \right)^2}{\sum_{j=1}^N (|h_{k,j}^i|^2 |n_j^i|^2)} \cdot \overline{|t_k|^2} = \frac{(N |h|^2)^2}{N |h|^2 \sigma_n^2} \cdot \overline{|t_k|^2}$$

(数7)と(数34)とを比較すると、送信信号が同一であって、前記サブキャリア重み付け干渉キャンセラが 2-8A の構成で重み付け受信情報信号系列行列として $(\mathbf{H})^T$ 、重み付けレプリカ生成行列として $(\mathbf{H} \cdot (\mathbf{H}')^T - \mathbf{G})^T$ を用いれば、または、サブキャリア重み付け干渉キャンセラが 2-8B の構成でレプリカ減算後重み付け行列として $(\mathbf{H})^T$ を用いれば、第1の実施の形態の OFDM 信号伝送装置におけるサブキャリア重み付け干渉キャンセラ 2-8 の出力信号系列の平均 SNR は、送信アンテナと受信アンテナがともに 1 である OFDM 信号伝送装置における高速フーリエ変換後の受信情報信号系列の平均 SNR と比べて N 倍になることがわかる。

$$\mathbf{W}' = (\mathbf{H}')^T$$

であることを意味する。 $(\mathbf{H}')^T$ は \mathbf{H}' の共役転置行列である。このとき(数31)は次のように表される。

【0137】

【数34】

【0138】すなわち、送信アンテナと受信アンテナとを N 個ずつ有する。図1に記載の第1の実施の形態に係る OFDM 信号伝送装置によれば、送信アンテナと受信アンテナがともに 1 個である図5に記載の従来の OFDM 信号伝送装置に比べて、平均 SNR 上で $10 \log N$ dB の利得を得ることができる。

【0139】(第2の実施の形態)図2は、本発明の第2の実施の形態を示す図である。第2の実施の形態は、図1に記載の第1の実施の形態に、誤り訂正およびインタリーブを組み合わせたものである。第2の実施の形態によれば、第1の実施の形態に比べて、フェージングに対する特性を改善できる。

【0140】

図2の OFDM 信号送信装置3において、

送信情報信号系列は、第1の誤り訂正符号器3-6-1~3-6-Nに入力される。第1の誤り訂正符号器3-6-1~3-6-Nは、入力された送信情報信号系列に誤り訂正符号化を行う。

【0141】第1のインタリープ3-5-1~3-5-Nは、第1の誤り訂正符号器3-6-1~3-6-Nが出力する信号系列を入力され、この入力された信号系列を、サブキャリア方向、すなわち周波数軸方向にインタリープする。

【0142】このインタリープは、ある周波数近傍における受信レベルの落ち込みに対して連続誤りを避け、高い誤り訂正符号化効果を得るために行われる。図2のOFDM信号受信装置4では、第1の復調器4-6-1~4-6-Nが出力する信号系列は、第1のデインタリープ4-7-1~4-7-Nにおいてデインタリープ（図2のOFDM信号送信装置4におけるインタリープと逆の操作）が行われた後、第1の誤り訂正復号器4-8-1~4-8-Nで復号される。

【0143】第1の誤り訂正復号器4-8-1~4-8-Nが出力する信号系列は、第2の誤り訂正符号器4-9-1~4-9-Nにおいて、OFDM信号送信装置3における誤り訂正符号化と同じ操作が行われた後、第2のインタリープ4-10-1~4-10-Nにおいて、OFDM信号送信装置3におけるインタリープと同じ操作が行われ、その出力が再変調器4-1-1~4-1-Nに入力される。

【0144】第2のデインタリープ4-14-1~4-14-Nは、第2の復調器4-13-1~4-13-Nが出力する信号系列に対して、第1の復調器4-6-1~4-6-Nと同じ操作をそれぞれ行う。

【0145】第2の実施の形態によれば、再変調前に誤り訂正およびインタリープを行っているので、第1の実施の形態に比べて、再変調後の信号系列が逆高速フーリエ変換前の送信信号系列と一致する確率が高くなる。したがって、第2の実施の形態における伝送品質は、第1の実施の形態における伝送品質よりも良好となる。

【0146】第2の誤り訂正復号器4-15-1~4-15-Nは、第2のデインタリープ4-14-1~4-14-Nの出力に対して、第1の誤り訂正復号器4-8-1~4-8-Nと全く同一の操作を行ってもよいが、処理時間短縮のため、第1の誤り訂正復号器4-8-1~4-8-Nの復号方式を第2の誤り訂正復号器4-15-1~4-15-Nの復号方式を単純化した復号方式としてもよい。

【0147】たとえば、第1の誤り訂正符号器3-6-1~3-6-Nと第2の誤り訂正符号器4-9-1~4-9-Nにおいて畳み込み符号化を行い、第2の誤り訂正復号器4-15-1~4-15-Nにおいて最尤復号を行い、第1の誤り訂正復号器4-8-1~4-8-Nにおいて閾値復号を行うと、第1の誤り訂正復号器4-

-8-1~4-8-Nで第2の誤り訂正復号器4-15-1~4-15-Nと同一の最尤復号を行う場合に比べて処理時間を短縮できる。

【0148】また、第1の誤り訂正符号器3-6-1~3-6-Nと第2の誤り訂正符号器3-9-1~3-9-Nにおいて畳み込み符号化を行い、第2の誤り訂正復号器4-15-1~4-15-Nにおいて一定のバスマemory長を持つビタビ復号を行い、第1の誤り訂正復号器4-8-1~4-8-Nにおいて第2の誤り訂正復号器4-15-1~4-15-Nに比べてバスマemory長が短いビタビ復号を行うと、第1の誤り訂正復号器4-8-1~4-18-Nで第2の誤り訂正復号器4-15-1~4-15-Nと同一のバスマemory長を持つビタビ復号を行う場合に比べて処理時間を短縮できる。

【0149】また、第1の誤り訂正符号器3-6-1~3-6-Nと第2の誤り訂正符号器3-1-9-1~3-9-Nにおいてターボ符号化を行い、第2の誤り訂正復号器4-15-1~4-15-Nにおいて一定の繰り返し復号処理回数を持つターボ復号を行い、第1の誤り訂正復号器4-8-1~4-8-Nにおいて第2の誤り訂正復号器4-15-1~4-15-Nに比べて繰り返し復号処理回数が少ないターボ復号を行うと、第1の誤り訂正復号器4-8-1~4-8-Nで第2の誤り訂正復号器4-15-1~4-15-Nと同一の繰り返し復号処理回数を持つターボ復号を行う場合に比べて処理時間を短縮できる。

【0150】なお、第2の実施の形態における上記以外の構成要素については、第1の実施の形態と同一なので説明は省略する。また、上記重み付けに用いる行列としては多数考えられるが、前記伝達係数行列の共役転置行列またはそれを用いて演算して得られた行列を用いると、平均SNR上の利得が最も高く得られる。

【0151】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、伝達係数やAWGN成分の分布条件などが同一であるOFDM信号伝送において、サブキャリア干渉キャンセル後の受信情報信号系列の平均SNRを、従来よりも高い値で得ることができ。

【0152】また、本発明に係る、誤り訂正およびインタリープを組み合わせたOFDM信号伝送装置によれば、より高い伝送品質を得ることができる。また、本発明に係る、重み付け干渉キャンセル後の誤り訂正復号方式よりも単純化したものを再変調前の誤り訂正復号方式として用いるOFDM信号伝送装置によれば、処理時間を短縮できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態を示す図である。

【図2】本発明の第2の実施の形態を示す図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態におけるサブキャリア重み付け干渉キャンセルの第1の構成例を示す図であ

る。

【図4】本発明の第1の実施の形態におけるサブキャリア重み付け干渉キャンセラの第2の構成例を示す図である。

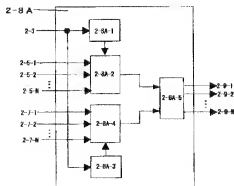
【図5】従来技術のOFDM信号伝送装置の構成を説明する図である。

【符号の説明】

- 1 OFDM信号送信装置
 1-1-1~1-1-N パイロット信号生成器
 1-2-1~1-2-N パイロット信号多重化器
 1-3-1~1-3-N OFDM変調器
 1-4-1~1-4-N 送信アンテナ
 2 OFDM信号受信装置
 2-1-1~2-1-N 受信アンテナ
 2-2-1~2-2-N 高速フーリエ変換器
 2-3 サブキャリア伝達係数行列演算器
 2-4 サブキャリア干渉キャンセラ
 2-5-1~2-5-N 遅延発生器
 2-6-1~2-6-N 第1の復調器
 2-7-1~2-7-N 再変調器
 2-8 サブキャリア重み付け干渉キャンセラ
 2-8A サブキャリア重み付け干渉キャンセラ
 2-8A1 受信情報信号系列重み付け行列演算器
 2-8A2 重み付け受信情報信号系列演算器
 2-8A3 重み付けレプリカ演算行列演算器
 2-8A4 重み付けレプリカ信号系列演算器
 2-8A5 減算器
 2-8B サブキャリア重み付け干渉キャンセラ
 2-8B1 受信情報信号行列演算器
 2-8B2 再変調信号行列演算器
 2-8B3 レプリカ信号系列演算器
 2-8B4 減算器
 2-8B5 レプリカ減算後重み付け行列演算器
 2-8B6 レプリカ減算後重み付け信号系列演算器
 2-9-1~2-9-N 第2の復調器

*

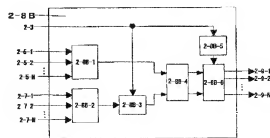
【図3】



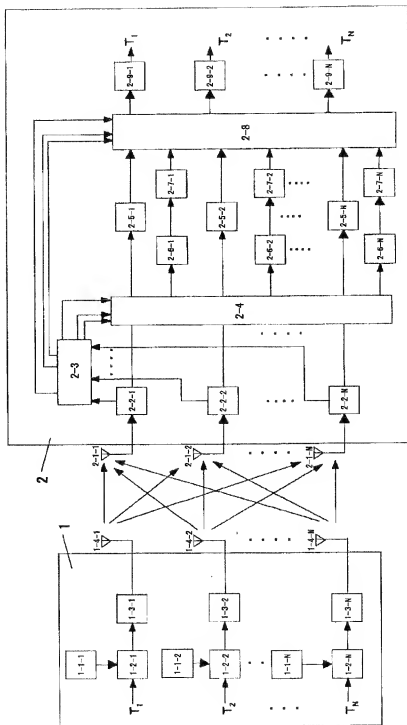
* 3 OFDM信号送信装置

- 3-1-1~3-1-N パイロット信号生成器
 3-2-1~3-2-N パイロット信号多重化器
 3-3-1~3-3-N 高速逆フーリエ変換器
 3-4-1~3-4-N 送信アンテナ
 3-5-1~3-5-N 第1のインタリバー
 3-6-1~3-6-N 第1の誤り訂正符号器
 4 OFDM信号受信装置
 4-1-1~4-1-N 受信アンテナ
 4-2-1~4-2-N 高速フーリエ変換器
 4-3 サブキャリア伝達係数行列演算器
 4-4 サブキャリア干渉キャンセラ
 4-5-1~4-5-N 遅延発生器
 4-6-1~4-6-N 第1の復調器
 4-7-1~4-7-N 第1のデインタリバー
 4-8-1~4-8-N 第1の誤り訂正復号器
 4-9-1~4-9-N 第2の誤り訂正符号器
 4-10-1~4-10-N 第2のインタリバー
 4-11-1~4-11-N 再変調器
 20 4-12 サブキャリア重み付け干渉キャンセラ
 4-13-1~4-13-N 第2の復調器
 4-14-1~4-14-N 第2のデインタリバー
 4-15-1~4-15-N 第2の誤り訂正復号器
 5 OFDM信号送信装置
 5-1-1~5-1-N パイロット信号生成器
 5-2-1~5-2-N パイロット信号多重化器
 5-3-1~5-3-N 高速逆フーリエ変換器
 5-4-1~5-4-N 送信アンテナ
 6 OFDM信号受信装置
 30 6-1-1~6-1-N 受信アンテナ
 6-2-1~6-2-N 高速フーリエ変換器
 6-3 サブキャリア伝達係数逆行列演算器
 6-4 サブキャリア干渉キャンセラ
 6-5-1~6-5-N 遅延発生器

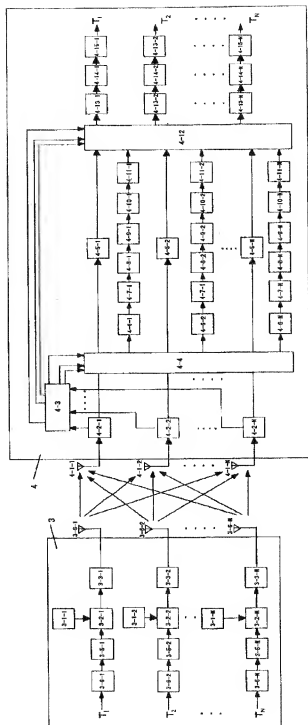
【図4】



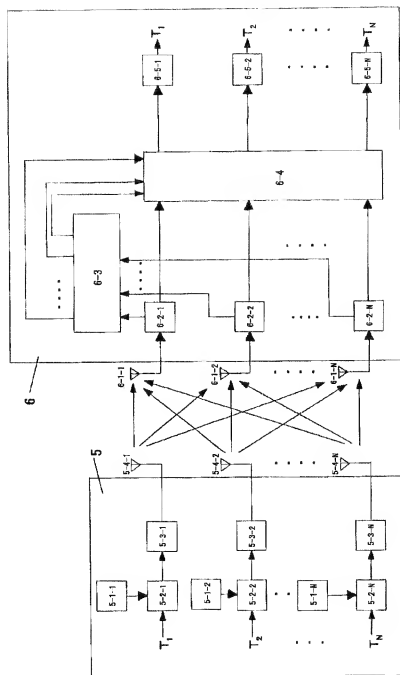
【図1】



【図2】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 内田 大誠
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 杉山 隆利
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 梅比良 正弘

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内Fターム(参考) 5K014 AA03 BA05 BA10 BA11 FA16
5K022 DD01 DD13 DD18 DD19 DD23
DD33